

# PIEZOELECTRIC ACTUATOR FOR PIEZOELECTRIC INK JET PRINTER AND METHOD OF MANUFACTURE

**Publication number:** JP2001162796

**Publication date:** 2001-06-19

**Inventor:** ISONO JUN; KOJIMA MASATOMO; TAKAGI ATSUHIRO

**Applicant:** BROTHER IND LTD

**Classification:**


- international: **B41J2/045; B41J2/055; B41J2/14; B41J2/16; H01L41/083; H01L41/09; H01L41/22; B41J2/045; B41J2/055; B41J2/14; B41J2/16; H01L41/083; H01L41/09; H01L41/22; (IPC1-7): B41J2/045; H01L41/09**

- European: **B41J2/14D1; B41J2/16D1**

**Application number:** JP20000258007 20000828

**Priority number(s):** JP20000258007 20000828; JP19990278828 19990930

**Also published as:**

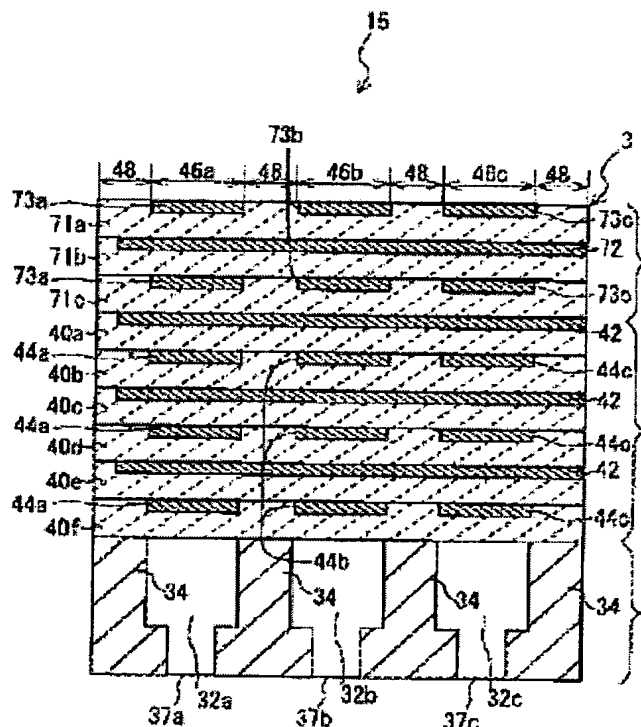
 **US6575565 (B)**

**Report a data error he**

## Abstract of JP2001162796

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a piezoelectric actuator for piezoelectric ink jet printer head in which deformation of a multilayer piezoelectric element can be restricted in the direction opposite to an ink chamber while suppressing crosstalk and assembling work is simplified while reducing manufacturing cost.

**SOLUTION:** The actuator 3 comprises a cavity 30, an active layer 38, and a restriction layer 70 wherein the cavity 30 is provided with an ink channel 32 and an orifice 37 in the bottom face thereof. The active layer 38 is a piezoelectric element provided with a pattern and ejects ink stored in the ink channel 32 from the orifice 37. The restriction layer 70 formed on the active layer 38 integrally therewith and regulating the driving deformation thereof comprises a multilayer ceramic layer 71. The restriction layer 70 regulates upward driving deformation of the active layer 38 to enhance the efficiency while reducing current consumption and to enhance total rigidity of the actuator 3 thus preventing crosstalk.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-162796

(P2001-162796A)

(43) 公開日 平成13年6月19日 (2001.6.19)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード(参考)		
B 4 1 J	2/045	B 4 1 J	3/04	1 0 3 A	2 C 0 5 7
	2/055			1 0 3 H	
	2/16	H 0 1 L	41/08	U	
H 0 1 L	41/09			S	
	41/083		41/22	Z	
審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 15 頁) 最終頁に続く					

(21) 出願番号 特願2000-258007(P2000-258007)

(22) 出願日 平成12年8月28日 (2000.8.28)

(31) 優先権主張番号 特願平11-278828

(32) 優先日 平成11年9月30日 (1999.9.30)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005267

ブラザー工業株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区苗代町15番1号

(72) 発明者 磯野 純

名古屋市瑞穂区苗代町15番1号 ブラザー工業株式会社内

(72) 発明者 小島 正友

名古屋市瑞穂区苗代町15番1号 ブラザー工業株式会社内

(74) 代理人 100104178

弁理士 山本 尚

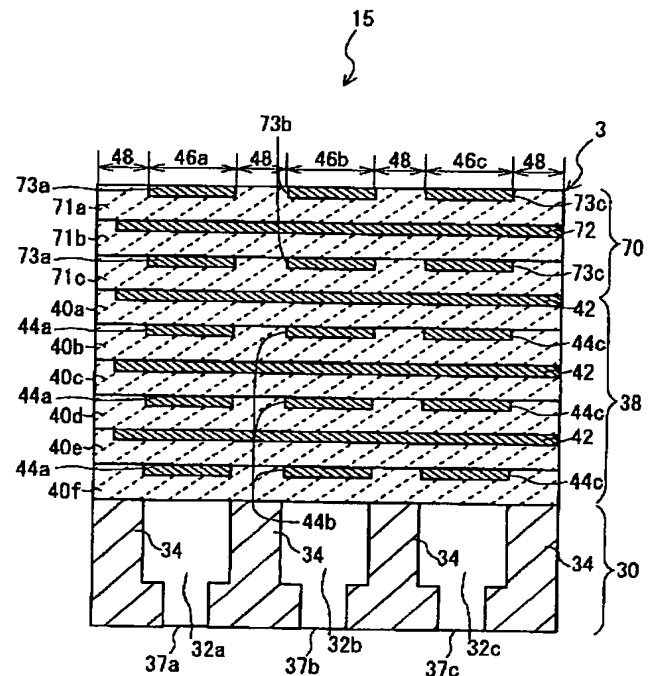
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータ及びその製造方法

## (57) 【要約】

【課題】 クロストークが少なく、インク室と反対方向への積層圧電素子の変形を拘束することが可能で、組立てが簡略で製造コストが低い圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータを提供すること。

【解決手段】 アクチュエータ3は、キャビティ30と、活性層38と、拘束層70とから構成され、キャビティ30は、インクチャンネル32が設けられ、底面にオリフィス37をそれぞれ備える。活性層38は、電極パターンが形成されたピエゾ素子で、インクチャンネル32に貯留されたインクをオリフィス37から噴射させる。活性層38のさらに上方に活性層38と一体に形成され、活性層38の駆動変形を規制する拘束層70は、セラミックス層71が積層されて形成され、活性層38の上側への駆動変形を規制して効率を高め消費電流の低減を図るとともに、アクチュエータ3全体の剛性を高めてクロストークを防止する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 インクを噴射する複数の噴射ノズルを備えた圧電式インクジェットプリンタヘッドのインク室に面するように配置され、表面に電極パターンが形成された圧電材料からなるシート状の部材が1又は複数枚積層され、伸縮作用により前記インク室内の容積を変化させることが可能な活性層と、

当該活性層の前記インク室と対向する面とは反対の面に配置され、前記活性層と一体に形成可能な材料からなるシート状の部材が1又は複数枚積層され、前記活性層の駆動変形を規制する拘束層とを備え、

前記活性層と前記拘束層とは一体に焼成されて形成されたことを特徴とする圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータ。

【請求項2】 前記拘束層は、前記活性層と同じ材料から構成されていることを特徴とする請求項1に記載の圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータ。

【請求項3】 前記拘束層は、駆動変形に寄与しないダミー電極が形成されたことを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータ。

【請求項4】 前記拘束層は、前記ダミー電極が前記活性層の電極に電氣的に接続されたことを特徴とする請求項3に記載の圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータ。

【請求項5】 前記電極及び前記ダミー電極は、前記活性層及び前記拘束層全体において、厚み方向に略対称に構成されたことを特徴とする請求項3又は請求項4に記載の圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータ。

【請求項6】 インクを噴射する複数の噴射ノズルを備えた圧電式インクジェットプリンタヘッドのインク室に面するように配置され、表面に電極パターンが形成されたシート状の焼成可能な圧電材料が1又は複数枚積層され、伸縮作用により前記インク室内の容積を変化させることが可能な活性層と、

当該活性層の前記インク室と対向する面とは反対の面に配置され、前記活性層と一体に焼成可能なシート状の圧電材料が1又は複数枚積層され、前記活性層の駆動変形を規制する拘束層とを備えた圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータの製造方法において、前記活性層と前記拘束層とを焼成して一体に形成することを特徴とする圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータの製造方法。

【請求項7】 前記拘束層は、駆動変形に寄与しないダミー電極が形成された層と当該ダミー電極が形成されていない層とから構成されたことを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータ。

【請求項8】 前記拘束層は、

駆動変形に寄与しないダミー電極が形成された層の上に当該ダミー電極が形成されていない層が積層されて構成されたことを特徴とする請求項7に記載の圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータ及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】インクジェットプリンタに用いられるインクジェットプリンタヘッドにおいて、キャビティのインク室に隣接して設けられた圧電素子を用いて、この圧電素子に電圧を印加することでインク室の容積を小さくしてインクをオリフィスから噴射させて印刷をする圧電式インクジェットプリンタヘッドが知られている。ここで図11は、従来の圧電式インクジェットプリンタヘッドを示す図である。例えば、本願出願人が、特開平4-341851号公報において提案した圧電式インクジェットプリンタヘッドでは、図11に示すように、圧電セラミックス層40と内部負電極層42、内部正電極層44a、44b、44cとを交互に積層して圧電アクチュエータを形成し、且つ内部正電極層44a～44cを複数の噴射装置90a、90b、90cに対応するように分割し、圧電アクチュエータを複数の噴射装置90a、90b、90cに跨って設けてあるものである。このような構成の圧電式インクジェットプリンタヘッドでは、部品点数が少ない上に、簡単な構造であり、高解像度化も電極パターンの変更により簡単であり、また積層圧電アクチュエータであることで駆動電圧が低減され、さらに変形拘束部材80を別途接着することによりインク室とは反対方向への積層圧電アクチュエータの変形を拘束したので、アクチュエータの変形が有効にインク室側へ向けられ低電圧でも駆動できるものである。また、積層圧電アクチュエータの変則的な変形から、隣のインク室を変形させることから生じるクロストークを低減させ、S/N比を向上させることもできた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この圧電式インクジェットプリンタヘッドでは、シート状の圧電セラミックス層40と内部電極層42、44a～44cとを交互に積層してプレスして焼成し、焼成後、別途接着剤等を用いて変形拘束部材80を接着して製造していた。そのため、工程が複雑になって工数が増加し、製造コストが上昇するという問題があった。

【0004】この発明は上記課題を解決するものであり、クロストークが少なく、且つインク室とは反対方向への積層圧電素子の変形を拘束することが可能で、さらに組立てが簡略で製造コストを低く抑えることができる

圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータ及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するために、請求項1に係る発明の圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータでは、インクを噴射する複数の噴射ノズルを備えた圧電式インクジェットプリンタヘッドのインク室に面するように配置され、表面に電極パターンが形成された圧電材料からなるシート状の部材が1又は複数枚積層され、伸縮作用により前記インク室内の容積を変化させることが可能な活性層と、当該活性層の前記インク室と対向する面とは反対の面に配置され、前記活性層と一体に形成可能な材料からなるシート状の部材が1又は複数枚積層され、前記活性層の駆動変形を規制する拘束層とを備え、前記活性層と前記拘束層とは一体に焼成されて形成されたことを特徴とする。

【0006】この構成に係る圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータでは、活性層の駆動変形を、活性層のインク室とは反対側に一体に形成され活性層を規制する拘束層とを備え、活性層の変形を効率的にインク室の容積変化に用いることができるのでインクの噴射性能を良好にしつつ消費電力を小さくすることができるとともに、積層面と平行な方向の変形を防止して隣接するインク室の容積変化を抑えクロストークを防止することができる。さらに、活性層と拘束層とは一体に焼成されて形成されるので、別途変形拘束部材を接着剤等により貼着する場合に比べて工数が減って製造工程が簡略化され、製造コストを低減させることができるとともに、その強度を高めることができる。

【0007】請求項2に係る発明の圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータでは、請求項1に記載の圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータの構成に加え、前記拘束層は、前記活性層と同じ材料から構成されていることを特徴とする。

【0008】この構成に係る圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータでは、拘束層が活性層と同じ材料から構成されているので、活性層を構成する部材をそのまま拘束層を構成する部材に流用でき、製造を簡略化し製造コストを低減することができる。さらに、同一の材料であれば一体に焼成した場合の馴染みがよく、且つ歪み等が生じにくく、高い精度を実現できる。

【0009】請求項3に係る発明の圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータでは、請求項1又は請求項2に記載の圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータの構成に加え、前記拘束層は、駆動変形に寄与しないダミー電極が形成されたことを特徴とする。

【0010】この構成に係る圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータでは、拘束層に、駆動

変形に寄与しないダミー電極が形成されているため、活性層と拘束層とを一体に焼成する場合に、活性層と拘束層とを積層した厚み方向における収縮率の差が均一化され、活性層と拘束層の収縮率の差から生じる反りやうねりを防止して高い平面性を維持することができる。そのため、キャビティに対しても密着して接着でき高い精度を達成できる。

【0011】請求項4に係る発明の圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータでは、請求項3に記載の圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータの構成に加え、前記拘束層は、前記ダミー電極が前記活性層の電極に電氣的に接続されたことを特徴とする。

【0012】この構成に係る圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータでは、拘束層に形成されたダミー電極が活性層の電極に電氣的に接続されているため、誘電体であるセラミックス等を介して活性層に設けられた電極と対面するように設けられた拘束層のダミー電極との間において、活性層の電極との間で電位差が解消でき、静電容量を生じさせることがない。従って、無駄な電力を消費することもない。

【0013】請求項5に係る発明の圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータでは、請求項3又は請求項4に記載の圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータの構成に加え、前記電極及び前記ダミー電極は、前記活性層及び前記拘束層全体において、厚み方向に略対称に構成されたことを特徴とする。

【0014】この構成に係る圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータでは、電極及びダミー電極が、活性層と拘束層とにおいて、積層される厚み方向に略対称に構成されているため、活性層及び拘束層全体を一体に焼成する場合に、活性層と拘束層とを積層した厚み方向における収縮率の差が略同一になり、活性層と拘束層の収縮率の差から生じる反りやうねりを防止してさらに高い平面性を維持することができる。そのためキャビティに対しても密着して接着でき高い精度を達成できる。

【0015】請求項6に係る発明の圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータの製造方法では、インクを噴射する複数の噴射ノズルを備えた圧電式インクジェットプリンタヘッドのインク室に面するように配置され、表面に電極パターンが形成されたシート状の焼成可能な圧電材料が1又は複数枚積層され、伸縮作用により前記インク室内の容積を変化させることが可能な活性層と、当該活性層の前記インク室と対向する面とは反対の面に配置され、前記活性層と一体に焼成可能なシート状の圧電材料が1又は複数枚積層され、前記活性層の駆動変形を規制する拘束層とを備えた圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータの製造方

法において、前記活性層と前記拘束層とを焼成して一体に形成することを特徴とする。

【0016】この構成に係る圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータの製造方法では、インク室とは反対側に活性層を規制する拘束層とを焼成により形成するので、活性層の変形を効率的にインク室の容積変化に用いることができ、インクの噴射性能を良好にしつつ消費電力を小さくすることができるとともに、積層面と平行な方向の変形を防止して隣接するインク室の容積変化を抑えクロストークを防止することができる。

特に、活性層と拘束層とを一体に焼成して形成するので、別途変形拘束部材を接着剤等により貼着する場合に比べて工数が減るため製造工程を簡略化でき、製造コストを低減させることができるとともに、その強度を高めることができる。

【0017】請求項7に係る発明の圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータでは、請求項1又は請求項2に記載の圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータの構成に加え、前記拘束層は、駆動変形に寄与しないダミー電極が形成された層と当該ダミー電極が形成されていない層とから構成されたことを特徴とする。

【0018】この構成に係る圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータでは、請求項1又は請求項2に記載の圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータの作用に加え、拘束層に、駆動変形に寄与しないダミー電極が形成された層と当該ダミー電極が形成されていない層とが形成されているため、活性層と拘束層とを一体に焼成する場合に、活性層と拘束層とを積層した厚み方向における収縮率の差がバランス良く均一化され、活性層と拘束層の収縮率の差から生じる反りやうねりを防止して高い平面性を維持することができる。

【0019】請求項8に係る発明の圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータでは、請求項7に記載の圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータの構成に加え、前記拘束層は、駆動変形に寄与しないダミー電極が形成された層の上に当該ダミー電極が形成されていない層が積層されて構成されたことを特徴とする。

【0020】この構成に係る圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータでは、請求項7に記載の圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータの作用に加え、拘束層に、駆動変形に寄与しないダミー電極が形成された層の上に当該ダミー電極が形成されていない層が積層されて構成されているため、活性層と拘束層とを一体に焼成する際に、活性層上の電極パターンが拡散してしまうのをダミー電極によって抑えることができるとともに、収縮率の差がバランス良く均一化され反りを防止して高い平面性を維持することができ

る。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータを、図1～図6を参照して詳細に説明する。なお、説明の都合上、従来例と同一部位あるいは均等部位には同一符号を付け、その説明を省略する。

【0022】図6は、インクジェットプリンタ1の要部を示す図である。プラテン10は、用紙11の搬送方向と直交して水平に設けられる。このプラテン10は、軸12を備えフレーム13に回転可能に軸支されており、モータ14により、駆動ギヤ列を介して駆動される。プラテン10に対向した位置には、圧電式インクジェットプリンタヘッド15が設けられている。

【0023】この圧電式インクジェットプリンタヘッド15は、インク供給装置16とともにキャリッジ18上に配置されている。キャリッジ18は、プラテン10の軸12の軸線に平行に配設された2本のガイドロッド20a、20b（以下まとめてガイドロッド20という）に摺動可能に支持されると共に、一对の従動プーリ21、駆動プーリ22に巻き掛けられたタイミングベルト24に結合されている。そして、駆動プーリ22がモータ23によって駆動され、タイミングベルト24が所定方向に送られる。そのため、キャリッジ18は、ガイドロッド20に案内されながら、タイミングベルト24に駆動され、プラテン10に圧電式インクジェットプリンタヘッド15を対面させた状態でプラテン10に沿って移動される。

【0024】図1は、圧電式インクジェットプリンタヘッド15の要部断面図である。このヘッド15は、キャビティ30と、活性層38及び拘束層70からなる圧電アクチュエータ3とから構成される。キャビティ30には、インク室として機能する上方が開放された空間であるインクチャンネル32a、32b、32c（以下特に区別しない場合はインクチャンネル32という。）が設けられ、その底面にはインクを噴射するオリフィス37a、37b、37c（以下特に区別しない場合はオリフィス37という。）をそれぞれ備える。

【0025】このキャビティ30の上方に設けられた活性層38は、表面に電極パターンが形成された圧電セラミックス層40a、40b、40c、40d、40e、40f（以下特に区別しない場合は圧電セラミックス層40という。）が積層されて形成され、活性層38の電歪効果によりインクチャンネル32の容積を変化させて、インクチャンネル32に貯留されたインクをオリフィス37から噴射させる。そして活性層38のさらに上方に活性層38と一体に形成された拘束層70は、セラミックス層71a、71b、71c（以下特に区別しない場合はセラミックス層71という。）が積層されて形成され、活性層38の上側への駆動変形を規制するとと

もに、アクチュエータ3全体の剛性を高めてクロストークを防止する。

【0026】図4は、活性層38及び拘束層70の構造を示す分解斜視図である。また、図5は、ヘッド15の構造を示す分解斜視図である。以下、各構成を詳細に説明する。

【0027】キャビティ30は、図5に示すように全体が直方体に形成されたチャンネル本体34内部に、内部の幅がおよそ250 $\mu$ mで、高さ60 $\mu$ mである3つのインク室であるインクチャンネル32a、32b、32cが平行に配列される。従って、チャンネル本体34の水平断面は、「目」の字形に構成される。チャンネル本体34の底部には、インクを噴射するための各インクチャンネル32a～32cに対応したノズル孔であるオリフィス37を有するオリフィスプレート36が蓋状に配置される。そして、チャンネル本体34とオリフィスプレート36は、鉄系の材料で構成され、接着により一体化される。なお、セラミックス等により焼成して一体成型したり、あるいはアルミナ系の材料等を用いインジェクションにより一体に形成してもよい。また、各インクチャンネル32a～32cは、インク供給装置16（図6参照）から連通された図示しない供給路によりインクの供給を受け、常時インクが充填される。

【0028】そして、インクチャンネル32に貯留されたインクは所定の負圧がかかるように設定され、そのためインクはオリフィス37において表面張力により外部に向かって凹のメニスカスを形成する。従って、通常はオリフィス37からインクが漏出しないが、内圧が高まった場合のみ、インクがオリフィス37より噴射される。なお、インクチャンネル32の内圧が高まった場合にインク供給装置16のインクが逆流しないように図示しない逆止弁が供給路に設けられている。また、本実施の形態のように、インクチャンネル32内にオリフィス37が設けられるもの以外にも、インクチャンネル32からさらにインクの導出路を設けてオリフィス37を配置し、噴射方向等を調節したり、インクチャンネル32の底部以外にオリフィス37を配置するようにしてもよい。

【0029】活性層38は、図4に示すように、内部負電極層42又は内部正電極層44a、44b、44c（以下特に区別しない場合は内部正電極層44という。）を備えた複数の圧電セラミックス層40a～40fから構成される。

【0030】圧電セラミックス層40は、電歪効果を有する圧電セラミックスの薄板状シートから構成される。圧電セラミックス層40a、40c、40eの上面には、圧電セラミックス層40の周縁端部を除いて全体を覆う内部負電極層42と、この電極を外部と電気的に接続するための電極取り出し部43が後述するように形成される。同様に、圧電セラミックス層40a、40c、

40eの上面には、図5に示すインクチャンネル32a～32cに対して1対1で対応するように平行に配列され且つ図1における幅方向がおよそ120 $\mu$ mである3本の帯状の内部正電極層44a、44b、44cと、この電極をそれぞれ外部と電気的に接続するための電極取り出し部45a、45b、45cが形成される。内部負電極層42と内部正電極層44a～44cは、Ag-Pd系の金属材料からなり、厚さが約2 $\mu$ mである。そしてこれらの2種類の電極パターンが印刷された圧電セラミックス層40が交互に複数枚積層される。

【0031】従って、このように積層された各圧電セラミックス層40は、図1に示すように内部負電極層42と内部正電極層44a～44cとに挟まれて位置する。また、内部正電極層44a～44cは帯状に形成されているため、各圧電セラミックス層40内において、図1上部にその範囲を示すように、内部負電極層42と内部正電極層44a～44cとに挟まれ、その幅が約120 $\mu$ mである圧電活性部46a、46b、46cと、内部負電極層42、内部正電極層44a～44cに挟まれていない圧電不活性部48が形成される。つまり、圧電セラミックス層40の中で正極及び負極間に電圧を印加された場合に電界が生じ電歪効果により垂直方向に変形する部分と、電圧を印加しても電界が生じない変形しない部分ができることになる。そして、活性層38は、圧電活性部46a～46cが、キャビティ30のインクチャンネル32a、32b、32cに対応する位置になるようにチャンネル本体34が固着されている。

【0032】拘束層70は、セラミックス層71a、71b、71cから構成される。セラミックス層71は、活性層38の圧電セラミックス層40と同一の構成、材料、大きさである。さらに、拘束層70のセラミックス層71a、71cは、活性層38の圧電セラミックス層40b、40d、40fの内部正電極層44a、44b、44c及び電極取り出し部45a、45b、45cと同一構成のダミー正電極73a、73b、73c及び図2に示す電極取り出し部75a、75b、75cを備える。また、拘束層70のセラミックス層71bは、活性層38の圧電セラミックス層40a、40c、40eの内部負電極層42及び電極取り出し部43と同一構成のダミー負電極72及び図2に示す電極取り出し部74を備える。ここで、上記のように電極等が印刷された圧電セラミックス層40、セラミックス層71となるグリーンシート50、51は共通部品として共用することもできる。但し、アクチュエータ3を形成した後は、その配置された位置と、後述するような電気的な配線が異なり、その機能が異なるため、その名称が異なるものである。

【0033】活性層38及び拘束層70は、以下の製造方法によって製造される。まず、強誘電性を有するチタン酸ジルコン酸鉛（PZT（ $\text{PbTiO}_3 \cdot \text{PbZrO}$ ）

3) ) 系のセラミックス粉末、バインダ、溶剤を混合して粘度10,000~30,000CPSに調整した混合液を調製し、PET（ポリエチレンテレフタレート）等のプラスチックフィルム上に広げて乾燥させ9枚のグリーンシートを形成する。このグリーンシートの厚さはおよそ22.5~28 $\mu$ mである。さらに、この内の5枚のグリーンシート50は、シート上の内部正電極層44a, 44b, 44c及び電極取り出し部45a, 45b, 45c又はダミー正電極73a, 73b, 73c及び電極取り出し部75a, 75b, 75cとなる部分に金属材料をスクリーン印刷する。同様に、残り4枚のグリーンシート51上には内部負電極層42及び電極取り出し部43又はダミー負電極72及び電極取り出し部74となる部分に金属材料を印刷する。

【0034】そして、この2種類のグリーンシート50, 51のうちグリーンシート50を一番下に、交互に9枚積層する。このようにグリーンシート50, 51を積層すると、グリーンシート50が上下の端になるように配置される。結局、活性層と拘束層として、名称は異なるが全く同じ構成のグリーンシート50を5枚と、グリーンシート51を4枚の合計9枚を交互に積層することになる。そして、まだこの段階では、活性層38と拘束層70の区別はない。

【0035】次にこのように構成された9枚のグリーンシート50, 51を重ねて、全体を加熱プレスし、脱脂した後に、焼結して、活性層38及び拘束層70が一体となった圧電セラミックスのブロックを得る。

【0036】このグリーンシート50, 51を積層したブロックを焼成する場合について説明する。アクチュエータ3は、既述のように活性層38と拘束層70とから構成されるが、活性層38には電極が必須の構成である。一方、拘束層70には、機能的には電極を設ける必要がない。しかしながら、このグリーンシート50, 51を積層したブロックを焼成する場合、圧電セラミックスと電極を構成する金属材料では焼成した場合の収縮率が異なる。僅かでも収縮率が異なると、焼成後に活性層38が反ったり、あるいは波打ったりしてその平面性が損なわれる。活性層38の平面性が損なわれると、キャビティ30に密着して接着する場合に、密着度が下がり、インクチャンネル32からのインクの漏出を生じたりして不良製品を生じたり、あるいは活性層38の再研磨が必要になり工数が増加し生産コストが上昇したり、充填剤により充填をすることで強度が低下する等の問題が生じる。

【0037】そこで、アクチュエータ3においては、上述のように、拘束層70を活性層38と同じ圧電セラミックス材料から構成することで、活性層38と拘束層70のセラミックスの焼成時の収縮率を同一にしている。その上で、拘束層70は、活性層38の圧電セラミックス層40に設けられた内部負電極層42、電極取り出し

部43、内部正電極層44a, 44b, 44c、電極取り出し部45a, 45b, 45c（以下電極と略す。）と同じものを、圧電セラミックス層70の駆動変形に寄与しないダミー負電極72、電極取り出し部74、ダミー正電極73a, 73b, 73c、電極取り出し部75a, 75b, 75c（以下ダミー電極と略す。）が形成されている。このため、活性層38も拘束層70も全く同じ構成であるので、焼成時の収縮率を同一のものとすることができる。さらに、活性層38と拘束層70を合わせた全体において、電極及びダミー電極の配列を、厚み方向（積層方向）に対称に構成することで全体の収縮率を対称にし、焼成時の反りを生じないように構成している。

【0038】ここで、図2は、アクチュエータ3の電気的な接続を示す模式図である。以下アクチュエータ3の電気的な接続について説明する。図2に示すように、アクチュエータ3には、圧電セラミックス層40a, 40c, 40eの電極取り出し部43と、セラミックス層71bの電極取り出し部74とを電気的に接続するための導電性の金属材料からなる外部負電極52aが配置されるとともに、セラミックス層71a, 71cの電極取り出し部75a, 75b, 75cのそれぞれを電気的に接続するための導電性の金属板からなる外部負電極52bが配置され、更に外部負電極52aと外部負電極52bとが電気的に接続される。従って、セラミックス層71a, 71b, 71c, 40a, 40c, 40eの各電極又はダミー電極は、同じ電位になる。

【0039】一方、圧電セラミックス層40b, 40d, 40fのそれぞれの電極取り出し部45a, 45a, 45a同士を電気的に接続するための導電性の金属材料からなる外部正電極54aが配置される。同様に、圧電セラミックス層40b, 40d, 40fのそれぞれの電極取り出し部45b, 45b, 45b同士を電気的に接続するための導電性の金属材料からなる外部正電極54bが配置され、圧電セラミックス層40b, 40d, 40fのそれぞれの電極取り出し部45c, 45c, 45c同士を電気的に接続するための導電性の金属材料からなる外部正電極54cが配置される。なお、これらの外部電極は、活性層38及び拘束層70の側面に金属材料が直接印刷又は塗布されて形成されるが、別途金属板で電極を形成し当接させて接続するようにしてもよいし、またワイヤをハンダ付けして接続する等種々の構成が可能である。

【0040】ここで、ダミー電極については、拘束層70のセラミックス層71の駆動変形には寄与しないので、駆動電圧を印加する必要がない。しかしながら、ダミー電極を電気的に極性を持たない絶縁状態にしても、活性層38の最上層の内部負電極層42との間で電位差が生じ、静電容量を発生することがある。この電流は小さいのでセラミックス層71の駆動変形に寄与す

るものではないが、電力損失をもたらすので、特に電源に電池を用いた場合に使用時間が短くなるという不利益がある。そこで、拘束層70においてダミー電極が活性層38に形成された内部負電極層42に電氣的に接続している。そうすれば、拘束層70のダミー電極と活性層38の最上層の内部負電極層42との間に電位差が生じず、不要な静電容量の発生を防ぐことができるものである。

【0041】上記のように構成されたアクチュエータのブロックを130℃程度のシリコンオイル等の絶縁オイルが満たされた図示しないオイルバスの中に浸し、その外部負電極52と外部正電極54a～54cとの間に2.5kV/mm程度の電界を印加し、活性層38の各圧電セラミックス層40に分極処理を施す。

【0042】また、図2に示すように外部負電極52aは、図示しないコードでアースされてグランド電位とされる。また、外部正電極54aは、開閉スイッチ62aを介し駆動電源の正極に図示しないコードで接続される。同様に、外部正電極54bは、開閉スイッチ62bを介し駆動電源60の正極に図示しないコードで接続される。そして外部正電極54cは、開閉スイッチ62cを介し駆動電源60の正極に図示しないコードで接続される。なお、駆動電源60の負極はアースされている。この各スイッチ62a～62cが図示しないコントローラによって閉じられることにより、駆動電源60から所定の圧電活性部46a～46cに位置する内部負電極層42と内部正電極層44間に駆動電圧が印加されるように構成される。

【0043】このようにして得られた活性層38と、拘束層70が一体になったブロックと、キャビティ30を図5に示すように組み付けることによりヘッド15が構成される。

【0044】ここで、アクチュエータ3の変形例について説明する。図7は、アクチュエータ3の変形例であるアクチュエータ203を示す図である。なお、アクチュエータ3と同一の構成の部材については同一の符号を付し、その説明を省略する。以下の変形例についても同様である。アクチュエータ203は、アクチュエータ3と同様、活性層238、拘束層270から形成される。この活性層238は、4層の圧電セラミックス層40から構成される。また、拘束層270は、ダミー負電極72を有するセラミックス層71のみが5層積層されて構成され、各ダミー負電極72は、それぞれがアース電極にアースされている。アクチュエータ3の活性層38が図1に示すように、6層の圧電セラミックス層40から構成されるのに対して、アクチュエータ203の活性層238は4層の圧電セラミックス層40から構成されることで異なる。また、アクチュエータ3を構成する拘束層70が図4に示すように、グリーンシート50とグリーンシート51を交互に3層積層して焼成されたものであ

るのに対して、アクチュエータ203の拘束層270では、グリーンシート51のみを5層積層し焼成されて図7に示すセラミックス層71とダミー電極72とが形成されることで異なる。アクチュエータ203に示すように、活性層238や拘束層270として積層される圧電セラミックス層40、セラミックス層71の数は、各種の条件により変更可能である。また、ダミー電極として配設される電極の焼成時の収縮率が、反りを防止する一定範囲内にあれば、拘束層70をグリーンシート51のみで構成することも可能である。

【0045】次に、アクチュエータ3の別の変形例について説明する。図8は、アクチュエータ3の別の変形例であるアクチュエータ303を示す図である。アクチュエータ303は、アクチュエータ203と同様活性層338が4層の圧電セラミックス層40から構成される。また、拘束層370は、ダミー正電極73a、73b、73cを備えたグリーンシート50のみが5層積層され焼成されて構成され、それぞれがアース電極にアースされている。前述のアクチュエータ203と同様、ダミー正電極の焼成時の収縮率が、反りを防止する一定範囲内にあれば、拘束層370をグリーンシート50のみを用いて構成することも可能である。

【0046】アクチュエータ3のさらに別の変形例について説明する。図9は、アクチュエータ3のさらに別の変形例であるアクチュエータ403を示す図である。アクチュエータ403は、アクチュエータ3と同様に、活性層438と拘束層470を備えるが、活性層438がアクチュエータ203、303と同じように4層の圧電セラミックス層40から構成されることがアクチュエータ3と異なる。また、アクチュエータ3を構成する拘束層70が図4に示すように、グリーンシート50とグリーンシート51を交互に3層積層し焼成したものであるのに対して、アクチュエータ403の拘束層470は、グリーンシート50と51を4層積層し、その下部に、電極を備えてないグリーンシート（圧電セラミックス層471を構成する）を積層し焼成したことで異なる。つまり、活性層438及び拘束層470全体で積層方向である上下方向が対称の構成であれば、ダミー電極を備えない圧電セラミックス471により拘束層470を構成しても、収縮率の差から焼成時に反りを生じることがない。

【0047】さらに、図9に示すように圧電セラミックス層471の厚さが、他の圧電セラミックス層40、セラミックス層71と異なるものであっても、活性層438及び拘束層470全体で積層方向である上下方向が対称の構成であれば、収縮率の差から焼成時に反りを生じることがない。

【0048】以上のように構成された圧電式インクジェットプリンタヘッド15のアクチュエータ3の動作について図1及び図2を参照して説明する。



【0049】所定の印字データに従って、コントローラが任意のスイッチ、例えば開閉スイッチ62aを閉じると、圧電活性部46aの範囲にある内部負電極層42と内部正電極層44aとの間に電圧が印加され、それらの範囲に位置する圧電セラミックス層40に電界が生じ、電歪効果により圧電活性部46aにある内部正電極層44aの周囲が、図1の上下方向に伸長しようとする力が生じる。このとき、拘束層70のセラミックス層71a, 71b, 71cには電界が生じないので、伸縮することがない。そのため、活性層38において上下方向に伸長しようとする力は、主に下方に向かって活性層38を変形させる。そして、図2の矢印に示すように活性層38がインクチャンネル32aの容積を減少させる。そして、インクチャンネル32a内のインクはオリフィス37aから液滴39となって噴射される。つまり、本実施の形態のアクチュエータ3は、インクジェットプリンタ1の圧電式インクジェットプリンタヘッド15の圧電アクチュエータとして機能するものである。なお、開閉スイッチ62aが開いて電圧の印加が遮断され圧電活性部46aが元の位置まで戻されると、その時インクチャンネル32aの容積増加に伴って図示しない弁を経て図6に示すインク供給装置16からインクが補充される。

【0050】この活性層38の内部正電極層44a近傍における変形は、もし拘束層70がなかったとしたら、活性層38の上下を等しく変形させる。一方、本実施の形態のアクチュエータ3のように拘束層70が設けられている場合は、この高い剛性をもった拘束層70が活性層38と一体に焼成されており、且つ開閉スイッチ62aを閉じた場合でも電界が生じないため変形しないので、活性層38において生じた変形は、主に拘束層70の反対側である活性層38の下部側、つまりインクチャンネル32a側を変形させる。従って、内部正電極層44aの近傍において生じた変形量が同じであれば、拘束層70を有さない構造に比較して、拘束層70を備えたアクチュエータ3の方がインクチャンネル32a側の変形を大きくすることができる。そのため、インクチャンネル32aの容量をより減少させてインクの噴射量を多くすることができる。つまり、同じ電圧を印加しても、拘束層70を備えたことで、インクの噴射量を多くできる。言い換えれば、所定量のインクを噴射させたい場合、印加する電圧を小さくできるので小電力化を図ることができる。

【0051】ここで、図3は、アクチュエータ3の拘束層70の構成枚数を変化させた時の駆動すべきインクチャンネル32である駆動チャンネル（グラフにおいて駆動Chと表記する。）と、この駆動チャンネルに隣接するインクチャンネル32である隣接チャンネル（グラフにおいて隣接Chと表記する。）の各インクチャンネルにおける断面積変化を示す図である。ここで断面積変化とは、活性層38が、インクチャンネル32に突出し

て、インクチャンネル32の断面積が減少又は増加する量を示したものである。このときの駆動電圧は26Vである。まず、結果を示すと、拘束層数が0即ち拘束層70が無しの場合は駆動Chが3.910 ( $\times 10^{-6} \text{ mm}^2$ )で、隣接チャンネルが0.900 ( $\times 10^{-6} \text{ mm}^2$ )であった。以下同様に駆動チャンネル/隣接チャンネルの順で拘束層数による断面積変化を単位を省略していうと、1枚の場合は、3.588/0.512、2枚の場合は、3.603/0.391、3枚の場合は、3.693/0.394、4枚の場合は3.784/0.441、5枚の場合は、3.859/0.496、6枚の場合は、3.916/0.544であった。

【0052】この結果を図3に示すグラフで見ると、拘束層70がない場合は、3.910 ( $\times 10^{-6} \text{ mm}^2$ )と駆動チャンネルの断面積の減少が大きいといえるが、隣接チャンネルの断面積変化が0.900 ( $\times 10^{-6} \text{ mm}^2$ )と大きいため、いわゆるクロストークが発生してS/N比が悪化し印字品質が低下するおそれがあり、好ましくない。これは、活性層38自体の剛性が低いと駆動チャンネルの断面積の減少も大きいと、駆動チャンネルの活性層38自体が横方向にも変形するため、活性層38自体の平面性も損なわれ、隣接チャンネル側の活性層38が上方に変形し且つ隣接チャンネルとの間の壁面が駆動チャンネル側に変形することにより、隣接チャンネルの断面積が増加するためである。

【0053】拘束層数が1枚の場合は、駆動チャンネルの活性層38の変形が拘束され駆動チャンネルの断面積変化は3.588 ( $\times 10^{-6} \text{ mm}^2$ )と一旦減少し、これに対して隣接チャンネルの断面積変化も0.512 ( $\times 10^{-6} \text{ mm}^2$ )と減少する。しかしアクチュエータ3としての剛性が低いと、まだ隣接チャンネルの変形が大きく、S/N比はまだ比較的大きい。そして、拘束層数が2になると、拘束層70の剛性も高まるため拘束層70側の変形が小さくなって、アクチュエータ3としての剛性が高まり、隣接チャンネルの変形が0.391 ( $\times 10^{-6} \text{ mm}^2$ )と最小になるとともに、活性層38の変形が効率よく伝わり駆動チャンネルの断面積変化は3.603 ( $\times 10^{-6} \text{ mm}^2$ )と上昇する。ここでは、隣接チャンネルの断面積変化が十分小さくなっていることと、駆動チャンネルの断面積変化が大きくなっていることから、S/N比が向上して印字品質が向上している。

【0054】拘束層数が3枚以上になると、さらに内部正電極層44近傍の変形が効率よくインクチャンネル32側に伝わるとともに、隣接チャンネルの断面積変化も大きくならないため、適切なS/N比が維持される。

【0055】この結果から、本実施の形態のアクチュエータ3においては、適切なS/N比が得られ、且つ構造が簡単になる拘束層数としては、3が最も適当であるという結論になった。もちろん、活性層38の枚数や厚

さ、材料、駆動電圧、インクチャンネル32の容量、インクの噴射量等条件が異なれば、最適な拘束層70の条件も異なってくるのはもちろんであるが、最適な拘束層70の条件としては、不規則な変形が生じることにより、隣接チャンネルに無用な変形を生じさせない程度の剛性をアクチュエータ3に与えることと、活性層38の内部正電極層44近傍の変形を効率的にインクチャンネル32側に伝えるための剛性を備えることにある。

【0056】本実施の形態のアクチュエータ3は、活性層38の駆動変形を、インクチャンネル32と反対側に一体に形成され活性層38を規制する拘束層70とを備えるため、活性層38の変形を効率的にインクチャンネル32の容積変化に用いることができるという効果がある。そのため、インクの噴射性能を良好にしつつ消費電力を小さくすることができるとともに、積層面と平行な方向の変形を防止して隣接するインクチャンネル32の容積変化を抑えクロストークを防止することができるという効果を奏する。さらに、活性層38と拘束層70とは一体に焼成されて形成されるので、別途変形拘束部材を接着剤等により貼着する場合に比べて工数が減って製造工程が簡略化され、製造コストを低減させることができるとともに、その強度を高めることができるという効果もある。

【0057】また、アクチュエータ3は、拘束層70が活性層38と同じ圧電セラミックス材料から構成されているので、活性層38を構成するグリーンシート50、51をそのまま拘束層70に流用でき、製造を簡略化し製造コストを低減することができるという効果がある。さらに、同一の材料であれば一体に焼成した場合の馴染みがよく、且つ歪み等が生じにくく、高い精度を実現できるという効果がある。

【0058】さらにアクチュエータ3では、拘束層70に、駆動変形に寄与しないダミー電極が形成されているため、活性層38と拘束層70とを一体に焼成する場合に、活性層38と拘束層70とを積層した厚み方向における収縮率の差が均一化され、活性層38と拘束層70の収縮率の差から生じる反りやうねりを防止して高い平面性を維持することができるという効果がある。そのため、キャビティ30に対しても密着して接着でき高い精度を達成できるという効果を奏する。

【0059】特にアクチュエータ3では、電極及びダミー電極が、活性層38と拘束層70とにおいて、積層される厚み方向に略対称に構成されているため、活性層38と拘束層70とを一体に焼成する場合に、活性層38と拘束層70とを積層した厚み方向における収縮率の差が略同一になり、活性層38と拘束層70の収縮率の差から生じる反りやうねりを防止してさらに高い平面性を維持することができるという効果がある。

【0060】そして、アクチュエータ3は、拘束層70に形成されたダミー電極が活性層38の電極に電氣的に

接続されているため、誘電体であるセラミックス等を介して活性層38に設けられた電極と対面するように設けられた拘束層70のダミー電極との間において、活性層38の電極との間で電位差が解消でき、静電容量を生じさせることがないという効果がある。従って、無駄な電力を消費することもないという効果を奏する。

【0061】なお、本実施の形態に示すアクチュエータ3の製造方法によれば、インクチャンネル32と反対側に活性層38を規制する拘束層70とを焼成により形成するので、活性層38の変形を効率的にインクチャンネル32の容積変化に用いることができ、インクの噴射性能を良好にしつつ消費電力を小さくすることができるとともに、積層面と平行な方向の変形を防止して隣接するインクチャンネル32の容積変化を抑えクロストークを防止することができるという効果がある。特に、活性層38と拘束層70とを一体に焼成して形成するので、別途変形拘束部材を接着剤等により貼着する場合に比べて工数が減るため製造工程を簡略化でき、製造コストを低減させることができるとともに、その強度を高めることができるという効果もある。

【0062】次に、アクチュエータ3の変形例を図10を参照して説明する。図10は、アクチュエータ3の変形例であるアクチュエータ503を示す図である。なお、アクチュエータ3と同一の構成の部材については同一の符号を付し、その説明を省略する。以下の変形例についても同様である。アクチュエータ503は、アクチュエータ3と同様、活性層438、拘束層570、キャビティ30から形成される。この活性層438は、6層の圧電セラミックス層40から構成される。また、拘束層570は、ダミー負電極72が上面に形成されたセラミックス層71が2層積層され、その上にダミー負電極72が形成されていないセラミックス層71が2層積層されて形成されている。このアクチュエータ503は、拘束層570の上側2層をダミー負電極72が形成されていないセラミックス層71により構成しているので、ダミー負電極72を設けたことによる圧電アクチュエータの反りを防止することができる。また、内部負電極層42に隣接して、電極層のないセラミックス層が大きな体積で存在すると、焼成時に内部負電極層42が拡散してしまうが、拘束層570の下側2層には、ダミー負電極72が上面に形成されたセラミックス層71を用いているので、焼成時に内部負電極層42が拡散することを防止できる。

【0063】以上、一の実施の形態に基づき本発明を説明したが、本発明は上述した実施の形態に何ら限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々の改良をし変更をすることが可能であることは容易に推察できるものである。

【0064】

【発明の効果】上記説明より明らかなように、請求項1

に係る発明の圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータによれば、活性層の駆動変形を、活性層のインク室とは反対側に一体に形成され活性層を規制する拘束層とを備えるため、活性層の変形を効率的にインク室の容積変化に用いることができるという効果がある。そのため、インクの噴射性能を良好にしつつ消費電力を小さくすることができるとともに、積層面と平行な方向の変形を防止して隣接するインク室の容積変化を抑えクロストークを防止することができるという効果を奏する。さらに、活性層と拘束層とは一体に焼成されて形成されるので、別途変形拘束部材を接着剤等により貼着する場合に比べて工数が減って製造工程が簡略化され、製造コストを低減させることができるとともに、その強度を高めることができるという効果もある。

【0065】また、請求項2に係る発明の圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータによれば、請求項1に記載の圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータの効果に加え、拘束層が活性層と同じ材料から構成されているので、活性層を構成する部材をそのまま拘束層を構成する部材に流用でき、製造を簡略化し製造コストを低減することができるという効果がある。さらに、同一の材料であれば一体に焼成した場合の馴染みがよく、且つ歪み等が生じにくく、高い精度を実現できるという効果がある。

【0066】請求項3に係る発明の圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータによれば、請求項1又は請求項2に記載の圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータの効果に加え、拘束層に、駆動変形に寄与しないダミー電極が形成されているため、活性層と拘束層とを一体に焼成する場合に、活性層と拘束層とを積層した厚み方向における収縮率の差が均一化され、活性層と拘束層の収縮率の差から生じる反りやうねりを防止して高い平面性を維持することができるという効果がある。そのため、キャビティに対しても密着して接着でき高い精度を達成できるという効果を奏する。

【0067】また、請求項4に係る発明の圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータによれば、請求項3に記載の圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータの効果に加え、拘束層に形成されたダミー電極が活性層の電極に電気的に接続されているため、誘電体であるセラミックス等を介して活性層に設けられた電極と対面するように設けられた拘束層のダミー電極との間において、活性層の電極との間で電位差が解消でき、静電容量を生じさせることがないという効果がある。従って、無駄な電力を消費することもないという効果を奏する。

【0068】請求項5に係る発明の圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータによれば、請求項3又は請求項4に記載の圧電式インクジェットプリン

タヘッドの圧電アクチュエータの効果に加え、電極及びダミー電極が、活性層と拘束層とにおいて、積層される厚み方向に略対称に構成されているため、活性層及び拘束層全体を一体に焼成する場合に、活性層と拘束層とを積層した厚み方向における収縮率の差が略同一になり、活性層と拘束層の収縮率の差から生じる反りやうねりを防止してさらに高い平面性を維持することができるという効果がある。そのため、キャビティに対しても密着して接着でき高い精度を達成できるという効果を奏する。

10 【0069】請求項6に係る発明の圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータの製造方法によれば、インク室とは反対側に活性層を規制する拘束層とを焼成により形成するので、活性層の変形を効率的にインク室の容積変化に用いることができ、インクの噴射性能を良好にしつつ消費電力を小さくすることができるとともに、積層面と平行な方向の変形を防止して隣接するインク室の容積変化を抑えクロストークを防止することができるという効果がある。特に、活性層と拘束層とを一体に焼成して形成するので、別途変形拘束部材を接着剤等により貼着する場合に比べて工数が減るため製造工程を簡略化でき、製造コストを低減させることができるとともに、その強度を高めることができるという効果もある。

20 【0070】請求項7に係る発明の圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータでは、請求項1又は請求項2に記載の圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータの効果に加え、拘束層に、駆動変形に寄与しないダミー電極が形成された層と当該ダミー電極が形成されていない層とが形成されているため、活性層と拘束層とを一体に焼成する場合に、活性層と拘束層とを積層した厚み方向における収縮率の差がバ

30 ランス良く均一化され、活性層と拘束層の収縮率の差から生じる反りやうねりを防止して高い平面性を維持することができる。

【0071】請求項8に係る発明の圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータでは、請求項7に記載の圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータの効果に加え、拘束層に、駆動変形に寄与しないダミー電極が形成された層の上に当該ダミー電極が形成されていない層が積層されて構成されているため、活性層と拘束層とを一体に焼成する際に、活性層上の電極パターンが拡散してしまうのをダミー電極によって抑えることができるとともに、収縮率の差がバランス良く均一化され反りを防止して高い平面性を維持することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】圧電式インクジェットプリンタヘッド15の要部断面図である。

50 【図2】アクチュエータ3の電気的な接続を示す模式図である。

【図3】アクチュエータ3の拘束層70の構成枚数を変化させた時の駆動すべきインクチャンネル32である駆動チャンネルと、この駆動チャンネルに隣接するインクチャンネル32である隣接チャンネルの各インクチャンネルにおける断面積変化を示す図である。

【図4】活性層38及び拘束層70の構造を示す分解斜視図である。

【図5】ヘッド15の要部の構造を示す分解斜視図である。

【図6】インクジェットプリンタ1の要部を示す図である。

【図7】アクチュエータ3の変形例であるアクチュエータ203を示す図である。

【図8】アクチュエータ3の別の変形例であるアクチュエータ303を示す図である。

【図9】アクチュエータ3の別の変形例であるアクチュエータ403を示す図である。

【図10】アクチュエータ3の別の変形例であるアクチュエータ503を示す図である。

【図11】従来の圧電式インクジェットプリンタヘッドの圧電アクチュエータであるアクチュエータ103を示す図である。

#### 【符号の説明】

1 インクジェットプリンタ

3 アクチュエータ

10 プラテン

11 用紙

12 軸

13 フレーム

14 モータ

15 圧電式インクジェットプリンタヘッド

16 インク供給装置

18 キャリッジ

20a ガイドロッド

20b ガイドロッド

21 従動プーリ

22 駆動プーリ

23 モータ

24 タイミングベルト

30 キャビティ

32 インクチャンネル

32a インクチャンネル

32b インクチャンネル

32c インクチャンネル

34 チャンネル本体

36 オリフィスプレート

37 オリフィス

37a オリフィス

37b オリフィス

37c オリフィス

38 活性層

39 液滴

40 圧電セラミックス層

42 内部負電極層

43 電極取り出し部

44 内部正電極層

44a 内部正電極層

44b 内部正電極層

44c 内部正電極層

45 電極取り出し部

45a 電極取り出し部

45b 電極取り出し部

45c 電極取り出し部

46 圧電活性部

46a 圧電活性部

46b 圧電活性部

46c 圧電活性部

48 圧電不活性部

50 グリーンシート

51 グリーンシート

52 外部負電極

52a 外部負電極

52b 外部負電極

54 外部正電極

54a 外部正電極

54b 外部正電極

54c 外部正電極

60 駆動電源

62 開閉スイッチ

30 62a 開閉スイッチ

62b 開閉スイッチ

62c 開閉スイッチ

70 拘束層

71 セラミックス層

71a セラミックス層

71b セラミックス層

71c セラミックス層

72 ダミー負電極

73a ダミー正電極

40 73b ダミー正電極

73c ダミー正電極

74 電極取り出し部

75a 電極取り出し部

75b 電極取り出し部

75c 電極取り出し部

80 変形拘束部材

90a 噴射装置

90b 噴射装置

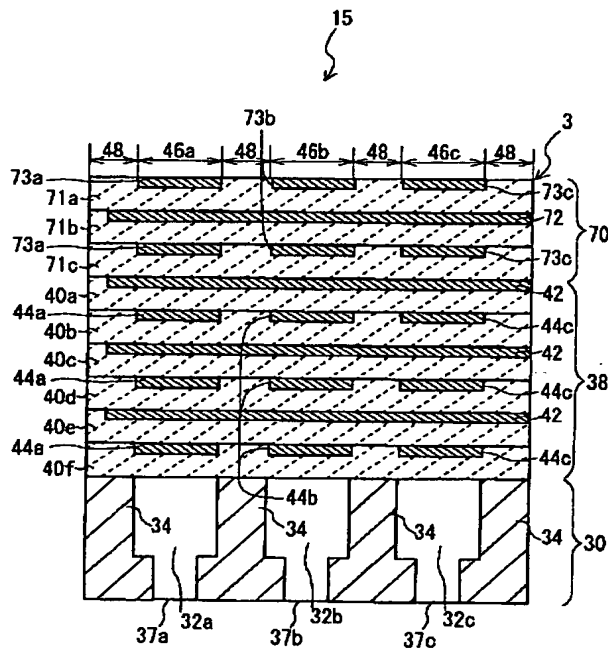
90c 噴射装置

50 103 アクチュエータ

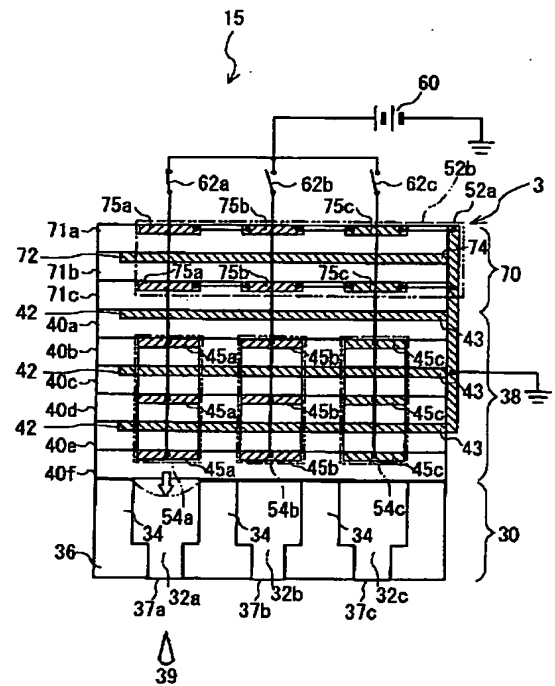
21  
203 アクチュエータ  
303 アクチュエータ

22  
403 アクチュエータ  
503 アクチュエータ

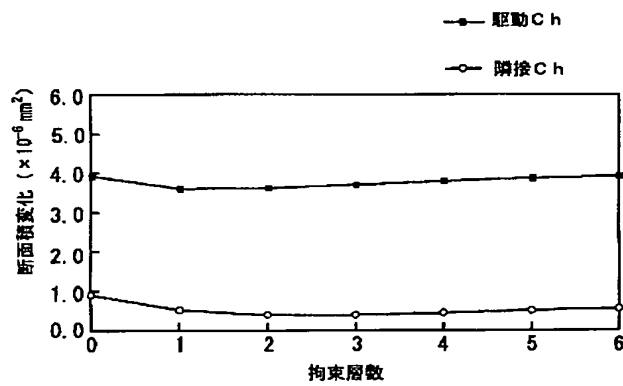
【図1】



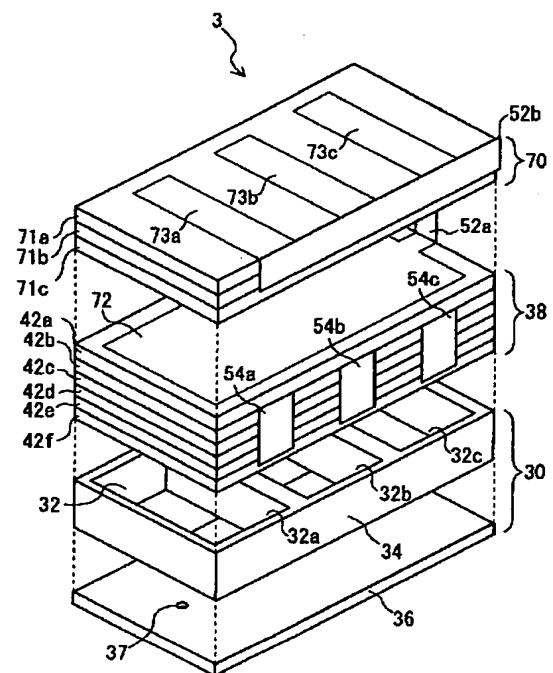
【図2】



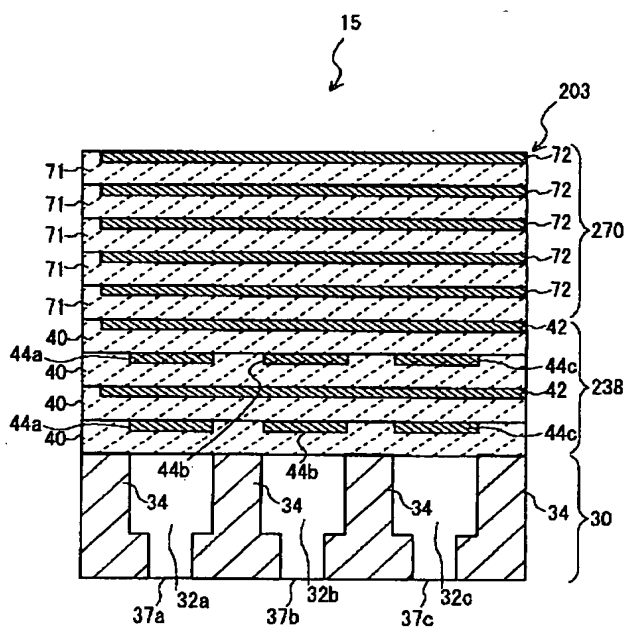
【図3】



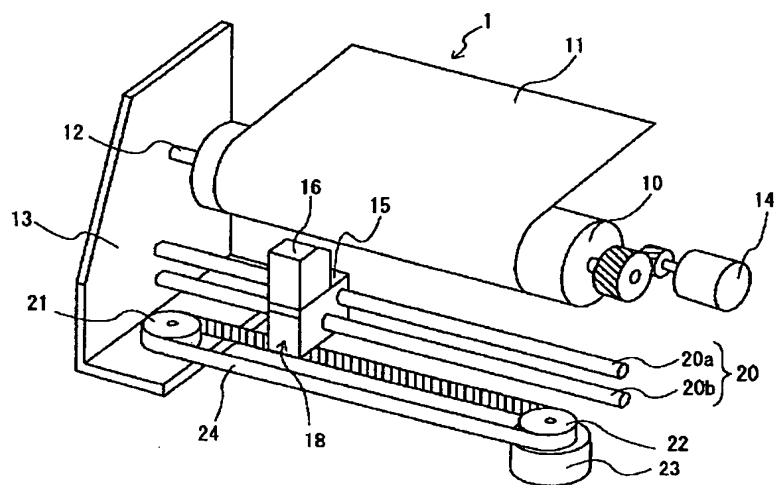
【図5】



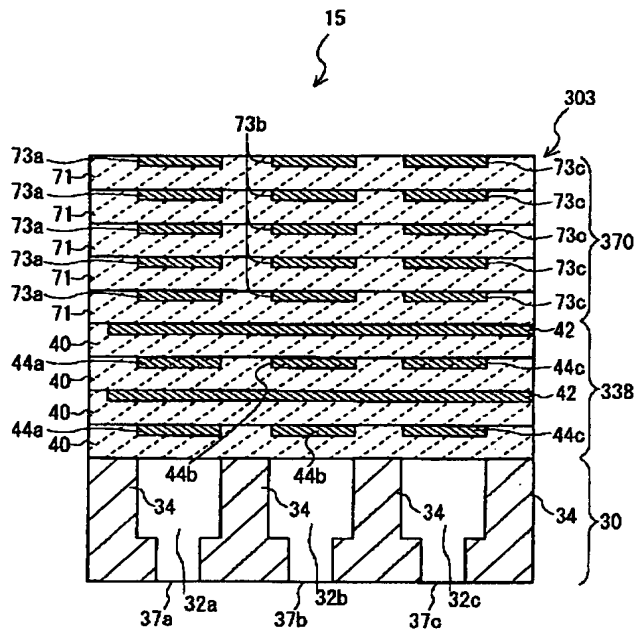
【图 7】



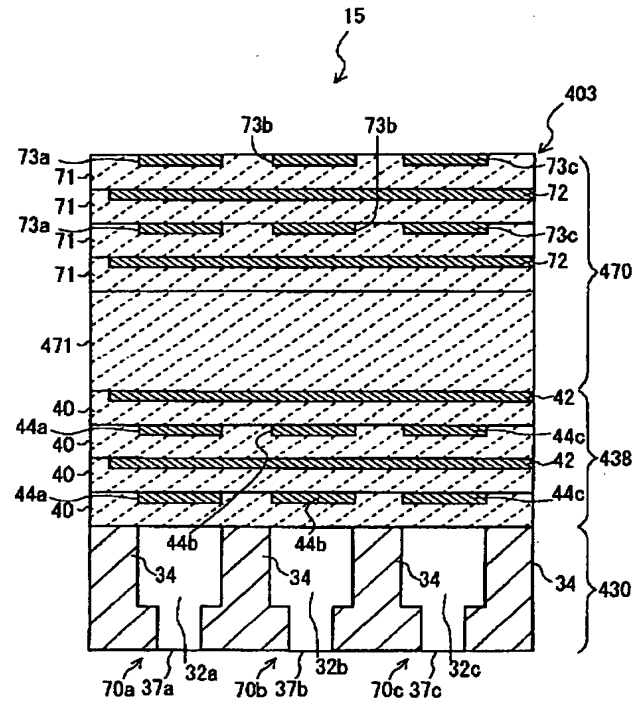
【図 6】



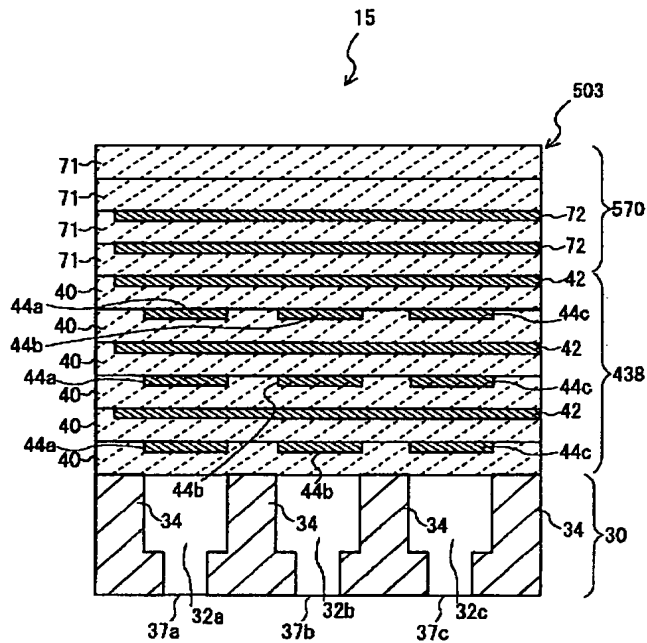
【図8】



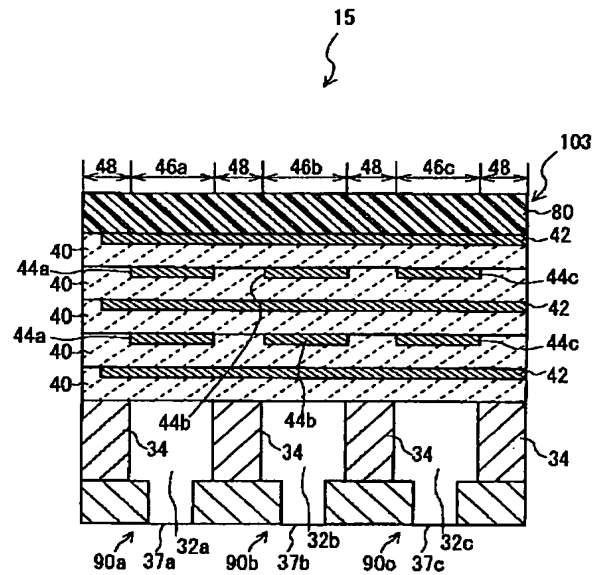
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーム (参考)
H O 1 L 41/22			
(72) 発明者 高木 淳宏		F ターム (参考)	2C057 AF52 AF55 AF93 AG12 AG37
名古屋市瑞穂区苗代町15番1号 プラザー			AG42 AG44 AG48 AN01 AP02
工業株式会社内			AP16 AP21 AP79 BA04 BA14



\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] It is arranged so that the ink room of the piezo-electric formula ink jet printer head equipped with two or more injection nozzles which inject ink may be faced. The barrier layer in which 1 or two or more sheet laminating being carried out, and changing the volume of said ink interior of a room according to a flexible operation have the possible member of the shape of a sheet which consists of piezoelectric material with which the electrode pattern was formed in the front face, Or two or more sheet laminating is carried out. the member of the shape of a sheet which is arranged in the field where said ink room of the barrier layer concerned and the field which counters are opposite, and consists of an ingredient which can be formed in said barrier layer and one -- 1 -- It is the electrostrictive actuator of the piezo-electric formula ink jet printer head which is equipped with the restricted layer which regulates drive deformation of said barrier layer, and is characterized by calcinating and forming said barrier layer and said restricted layer in one.

[Claim 2] Said restricted layer is the electrostrictive actuator of the piezo-electric type ink jet printer head according to claim 1 characterized by consisting of same ingredients as said barrier layer.

[Claim 3] Said restricted layer is the electrostrictive actuator of the piezo-electric type ink jet printer head according to claim 1 or 2 characterized by forming the dummy electrode which is not contributed to drive deformation.

[Claim 4] Said restricted layer is the electrostrictive actuator of the piezo-electric type ink jet printer head according to claim 3 characterized by connecting said dummy electrode to the electrode of said barrier layer electrically.

[Claim 5] Said electrode and said dummy electrode are the electrostrictive actuator of the piezo-electric formula ink jet printer head according to claim 3 or 4 characterized by what was constituted by the abbreviation symmetry in the thickness direction in said barrier layer and said whole restricted layer.

[Claim 6] It is arranged so that the ink room of the piezo-electric formula ink jet printer head equipped with two or more injection nozzles which inject ink may be faced. The barrier layer in which 1 or two or more sheet laminating being carried out, and changing the volume of said ink interior of a room according to a flexible operation have a possible piezoelectric material with which the electrode pattern was formed in the front face, and which can calcinate the shape of a sheet, Or two or more sheet laminating is carried out. it arranges to the field where said ink room of the barrier layer concerned and the field which counters are opposite -- having -- the sheet-like piezoelectric material which can be calcinated to said barrier layer and one -- 1 -- In the manufacture approach of the electrostrictive actuator of the piezo-electric formula ink jet printer head equipped with the restricted layer which regulates drive deformation of said barrier layer The manufacture approach of the electrostrictive actuator of the piezo-electric formula ink jet printer head characterized by calcinating said barrier layer and said restricted layer, and forming in one.

[Claim 7] Said restricted layer is the electrostrictive actuator of the piezo-electric type ink jet printer head according to claim 1 or 2 characterized by consisting of a layer in which the dummy electrode which is not contributed to drive deformation was formed, and a layer in which the dummy electrode

concerned is not formed.

[Claim 8] Said restricted layer is the electrostrictive actuator of the piezo-electric type ink jet printer head according to claim 7 characterized by having carried out the laminating of the layer by which the dummy electrode concerned is not formed on the layer in which the dummy electrode which is not contributed to drive deformation was formed, and constituting it.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the electrostrictive actuator and its manufacture approach of a piezo-electric type ink jet printer head.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the ink jet printer head used for an ink jet printer, the piezo-electric formula ink jet printer head which prints by making the volume of an ink room small by impressing an electrical potential difference to this piezoelectric device using the piezoelectric device adjoined and prepared in the ink room of a cavity, and making ink inject from an orifice is known. Drawing 11 is drawing showing the conventional piezo-electric type ink jet printer head here. for example, with the piezo-electric type ink jet printer head which the applicant for this patent proposed in JP,4-341851,A As shown in drawing 11, carry out the laminating of the electrostrictive ceramics layer 40, and the internal negative electrode layer 42 and the internal positive electrode layers 44a, 44b, and 44c by turns, and an electrostrictive actuator is formed. And the internal positive electrode layers 44a-44c are divided so that it may correspond to two or more fuel injection equipments 90a, 90b, and 90c, and the electrostrictive actuator is prepared ranging over two or more fuel injection equipments 90a, 90b, and 90c. With such a piezo-electric formula ink jet printer head of a configuration, it is the easy structure for a top with few components mark, since the ink room restrained deformation of the laminating electrostrictive actuator to an opposite direction by high-resolution-izing being also easy and driver voltage being reduced for it by modification of an electrode pattern because it is a laminating electrostrictive actuator, and pasting up the deformation restricted member 80 separately further, deformation of an actuator is turned effectively to an ink room side, and it can drive also by the low battery. Moreover, from irregular deformation of a laminating electrostrictive actuator, the cross talk produced from making the next ink room transform was able to be reduced, and the S/N ratio was also able to be raised.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, with this piezo-electric type ink jet printer head, the laminating of sheet-like the electrostrictive ceramics layer 40 and the internal electrode layers 42, 44a-42c was carried out by turns, they were pressed and calcinated, and the deformation restricted member 80 was separately pasted up and manufactured after baking using adhesives etc. Therefore, the process became complicated, the man day increased and there was a problem that a manufacturing cost rose.

[0004] This invention solves the above-mentioned technical problem, and there are few cross talks, and it is possible to restrain deformation of the laminating piezoelectric device to an opposite direction with an ink room, an assembly is still simpler, and it aims at offering the electrostrictive actuator and its manufacture approach of the piezo-electric type ink jet printer head which can hold down a manufacturing cost low.

[0005]

[Means for Solving the Problem] In order to attain this purpose, in the electrostrictive actuator of the

piezo-electric formula ink jet printer head of invention concerning claim 1 It is arranged so that the ink room of the piezo-electric formula ink jet printer head equipped with two or more injection nozzles which inject ink may be faced. The barrier layer in which 1 or two or more sheet laminating being carried out, and changing the volume of said ink interior of a room according to a flexible operation have the possible member of the shape of a sheet which consists of piezoelectric material with which the electrode pattern was formed in the front face, Or two or more sheet laminating is carried out. the member of the shape of a sheet which is arranged in the field where said ink room of the barrier layer concerned and the field which counters are opposite, and consists of an ingredient which can be formed in said barrier layer and one -- 1 -- It has the restricted layer which regulates drive deformation of said barrier layer, and said barrier layer and said restricted layer are characterized by having been calcinated by one and being formed in it.

[0006] In the electrostrictive actuator of the piezo-electric type ink jet printer head concerning this configuration It has the restricted layer which is formed in the opposite side with the ink room of a barrier layer in drive deformation of a barrier layer at one, and regulates a barrier layer. While being able to make power consumption small, making the injection engine performance of ink good since deformation of a barrier layer can be efficiently used for volume change of an ink room, volume change of the ink room which prevents deformation of a direction parallel to a laminating side, and adjoins can be suppressed, and a cross talk can be prevented. Furthermore, they can raise the reinforcement while a man day becomes fewer compared with the case where a deformation restricted member is separately stuck with adhesives etc., a production process is simplified and they can reduce a manufacturing cost, since a barrier layer and a restricted layer are calcinated and formed in one.

[0007] In addition to the configuration of the electrostrictive actuator of a piezo-electric type ink jet printer head according to claim 1, in the electrostrictive actuator of the piezo-electric formula ink jet printer head of invention concerning claim 2, said restricted layer is characterized by consisting of same ingredients as said barrier layer.

[0008] In the electrostrictive actuator of the piezo-electric formula ink jet printer head concerning this configuration, since the restricted layer consists of same ingredients as a barrier layer, the member which constitutes a barrier layer can be diverted to the member which constitutes a restricted layer as it is, manufacture can be simplified, and a manufacturing cost can be reduced. Furthermore, if it is the same ingredient, the familiarity at the time of calcinating to one is good, and it is hard to produce distortion etc., and high precision can be realized.

[0009] In addition to the configuration of the electrostrictive actuator of a piezo-electric type ink jet printer head according to claim 1 or 2, in the electrostrictive actuator of the piezo-electric formula ink jet printer head of invention concerning claim 3, said restricted layer is characterized by forming the dummy electrode which is not contributed to drive deformation.

[0010] In the electrostrictive actuator of the piezo-electric formula ink jet printer head concerning this configuration, since the dummy electrode which is not contributed to drive deformation is formed in the restricted layer, when calcinating a barrier layer and a restricted layer to one, the difference of contraction in the thickness direction which carried out the laminating of a barrier layer and the restricted layer can be equalized, the curvature and wave which are produced from the difference of contraction of a barrier layer and a restricted layer can be prevented, and high smoothness can be maintained. Therefore, it sticks also to a cavity, and it can paste up and a high precision can be attained.

[0011] In addition to the configuration of the electrostrictive actuator of a piezo-electric type ink jet printer head according to claim 3, in the electrostrictive actuator of the piezo-electric formula ink jet printer head of invention concerning claim 4, said restricted layer is characterized by connecting said dummy electrode to the electrode of said barrier layer electrically.

[0012] In the electrostrictive actuator of the piezo-electric formula ink jet printer head concerning this configuration, since the dummy electrode formed in the restricted layer is electrically connected to the electrode of a barrier layer, the potential difference can be canceled between the electrodes of a barrier layer between the dummy electrodes of the restricted layer prepared so that the electrode prepared in the barrier layer through the ceramics which is a dielectric might be met, and electrostatic capacity is not

produced. Therefore, useless power is not consumed.

[0013] In addition to the configuration of the electrostrictive actuator of a piezo-electric type ink jet printer head according to claim 3 or 4, in the electrostrictive actuator of the piezo-electric formula ink jet printer head of invention concerning claim 5, said electrode and said dummy electrode are characterized by what was constituted by the abbreviation symmetry in the thickness direction in said barrier layer and said whole restricted layer.

[0014] In the electrostrictive actuator of the piezo-electric type ink jet printer head concerning this configuration Since the electrode and the dummy electrode are constituted by the abbreviation symmetry in the barrier layer and the restricted layer in the thickness direction by which a laminating is carried out, When calcinating a barrier layer and the whole restricted layer to one, the difference of contraction in the thickness direction which carried out the laminating of a barrier layer and the restricted layer can become abbreviation identitas, the curvature and wave which are produced from the difference of contraction of a barrier layer and a restricted layer can be prevented, and still higher smoothness can be maintained. Therefore, it sticks also to a cavity, and it can paste up and a high precision can be attained.

[0015] By the manufacture approach of the electrostrictive actuator of the piezo-electric formula ink jet printer head invention concerning claim 6 It is arranged so that the ink room of the piezo-electric formula ink jet printer head equipped with two or more injection nozzles which inject ink may be faced. The barrier layer in which 1 or two or more sheet laminating being carried out, and changing the volume of said ink interior of a room according to a flexible operation have a possible piezoelectric material with which the electrode pattern was formed in the front face, and which can calcinate the shape of a sheet, Or two or more sheet laminating is carried out. it arranges to the field where said ink room of the barrier layer concerned and the field which counters are opposite -- having -- the sheet-like piezoelectric material which can be calcinated to said barrier layer and one -- 1 -- In the manufacture approach of the electrostrictive actuator of the piezo-electric formula ink jet printer head equipped with the restricted layer which regulates drive deformation of said barrier layer, it is characterized by calcinating said barrier layer and said restricted layer, and forming in one.

[0016] By the manufacture approach of the electrostrictive actuator of the piezo-electric type ink jet printer head concerning this configuration Since the restricted layer which regulates a barrier layer is formed in the opposite side by baking with an ink room While being able to make power consumption small, being able to use deformation of a barrier layer for volume change of an ink room efficiently, and making the injection engine performance of ink good, volume change of the ink room which prevents deformation of a direction parallel to a laminating side, and adjoins can be suppressed, and a cross talk can be prevented. The reinforcement can be raised, while being able to simplify a production process and being able to reduce a manufacturing cost, since a barrier layer and a restricted layer are especially calcinated and formed in one, and a man day becomes fewer compared with the case where a deformation restricted member is separately stuck with adhesives etc.

[0017] In addition to the configuration of the electrostrictive actuator of a piezo-electric formula ink jet printer head according to claim 1 or 2, in the electrostrictive actuator of the piezo-electric formula ink jet printer head of invention concerning claim 7, said restricted layer is characterized by consisting of a layer in which the dummy electrode which is not contributed to drive deformation was formed, and a layer in which the dummy electrode concerned is not formed.

[0018] In the electrostrictive actuator of the piezo-electric type ink jet printer head concerning this configuration It adds to an operation of the electrostrictive actuator of a piezo-electric type ink jet printer head according to claim 1 or 2. Since the layer by which the dummy electrode which is not contributed to drive deformation was formed in the restricted layer, and the layer in which the dummy electrode concerned is not formed are formed, When calcinating a barrier layer and a restricted layer to one, the difference of contraction in the thickness direction which carried out the laminating of a barrier layer and the restricted layer is equalized with sufficient balance, the curvature and wave which are produced from the difference of contraction of a barrier layer and a restricted layer can be prevented, and high smoothness can be maintained.

[0019] In addition to the configuration of the electrostrictive actuator of a piezo-electric formula ink jet

printer head according to claim 7, in the electrostrictive actuator of the piezo-electric formula ink jet printer head of invention concerning claim 8, said restricted layer is characterized by having carried out the laminating of the layer by which the dummy electrode concerned is not formed on the layer in which the dummy electrode which is not contributed to drive deformation was formed, and constituting it.

[0020] In the electrostrictive actuator of the piezo-electric type ink jet printer head concerning this configuration It adds to an operation of the electrostrictive actuator of a piezo-electric type ink jet printer head according to claim 7. Since the laminating of the layer by which the dummy electrode concerned is not formed on the layer in which the dummy electrode which is not contributed to drive deformation was formed is carried out and it is constituted by the restricted layer, In case a barrier layer and a restricted layer are calcinated to one, while being able to suppress with a dummy electrode that the electrode pattern on a barrier layer is spread, the difference of contraction can be equalized with sufficient balance, curvature can be prevented, and high smoothness can be maintained.

[0021]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the electrostrictive actuator of the piezo-electric type ink jet printer head concerning this invention is explained to a detail with reference to drawing 1 - drawing 6 . In addition, the same sign is attached to the same part as the conventional example, or an equal part on account of explanation, and the explanation is omitted.

[0022] Drawing 6 is drawing showing the important section of an ink jet printer 1. The conveyance direction of a form 11 and a platen 10 cross at right angles, and is prepared horizontally. This platen 10 is equipped with a shaft 12, is supported to revolve by the frame 13 pivotable, and is driven through a drive gear train by the motor 14. The piezo-electric type ink jet printer head 15 is formed in the location which countered the platen 10.

[0023] This piezo-electric type ink jet printer head 15 is arranged on carriage 18 with the ink feeder 16. Carriage 18 is combined with the timing belt 24 almost wound around the follower pulley 21 of a pair, and the driving pulley 22 while it is supported possible [ sliding ] by two guide rods 20a and 20b (it collects below and is called a guide rod 20) arranged in parallel with the axis of the shaft 12 of a platen 10. And a driving pulley 22 drives by the motor 23, and a timing belt 24 is sent in the predetermined direction. Therefore, showing around at a guide rod 20, carriage 18 is driven to a timing belt 24, and is moved along with a platen 10 in the condition of having made the piezo-electric type ink jet printer head 15 meeting a platen 10.

[0024] Drawing 1 is the important section sectional view of the piezo-electric type ink jet printer head 15. This head 15 consists of a cavity 30 and an electrostrictive actuator 3 which consists of a barrier layer 38 and a restricted layer 70. The ink channels 32a, 32b, and 32c (when not distinguishing especially the following, it is called the ink channel 32.) which are the space where the upper part which functions on a cavity 30 as an ink room was opened wide are formed, and the base is equipped with the orifices 37a, 37b, and 37c (it is called an orifice 37 when not distinguishing especially the following.) which inject ink, respectively.

[0025] The laminating of the electrostrictive ceramics layers 40a, 40b, 40c, 40d, 40e, and 40f (when not distinguishing especially the following, it is called the electrostrictive ceramics layer 40.) in which the electrode pattern was formed is carried out to a front face, they are formed in it, and the barrier layer 38 prepared above this cavity 30 changes the volume of the ink channel 32 according to the electrostrictive effect of a barrier layer 38, and makes the ink stored by the ink channel 32 inject from an orifice 37. And further, up, the barrier layer 38 and the restricted layer 70 formed in one of a barrier layer 38 raise the rigidity of the actuator 3 whole, and prevents a cross talk while the laminating of the ceramic layers 71a, 71b, and 71c (it is called the ceramic layer 71 when not distinguishing especially the following.) is carried out, they are formed and regulate the drive deformation to the barrier layer 38 bottom.

[0026] Drawing 4 is the decomposition perspective view showing the structure of a barrier layer 38 and the restricted layer 70. Moreover, drawing 5 is the decomposition perspective view showing the structure of a head 15. Hereafter, each configuration is explained to a detail.

[0027] The ink channels 32a, 32b, and 32c whose internal width of face is three ink rooms which are about 250 micrometers and are height of 60 micrometers are arranged in parallel to the channel body 34

interior the whole was formed in the rectangular parallelepiped as a cavity 30 was shown in drawing 5 . Therefore, the horizontal section of the channel body 34 is constituted by the typeface of a "eye." The orifice plate 36 which has the orifice 37 which is a nozzle hole corresponding to each ink channels 32a-32c for injecting ink at the pars basilaris ossis occipitalis of the channel body 34 is arranged in the shape of a lid. And the channel body 34 and an orifice plate 36 consist of ingredients of an iron system, and are unified by adhesion. In addition, it calcinates with the ceramics etc., and it may really cast or you may form in one by injection using the ingredient of an alumina system etc. Moreover, each ink channels 32a-32c receive supply of ink by the supply way which was opened for free passage from the ink feeder 16 (refer to drawing 6 ) and which is not illustrated, and it always fills up with ink.

[0028] And the ink stored by the ink channel 32 is set up so that predetermined negative pressure may be applied, therefore ink forms the meniscus of concave toward the exterior in an orifice 37 with surface tension. Therefore, although ink does not usually leak out from an orifice 37, only when internal pressure increases, ink is injected from an orifice 37. In addition, when the internal pressure of the ink channel 32 increases, the check valve which is not illustrated so that the ink of the ink feeder 16 may not flow backwards is prepared in the supply way. Moreover, the derivation way of ink is further prepared from the ink channel 32, and an orifice 37 is arranged, and the injection direction etc. may be adjusted or you may make it arrange an orifice 37 like the gestalt of this operation in addition to the pars basilaris ossis occipitalis of the ink channel 32 besides that by which an orifice 37 is formed in the ink channel 32.

[0029] A barrier layer 38 consists of two or more electrostrictive ceramics layers 40a-40f equipped with the internal negative electrode layer 42 or the internal positive electrode layers 44a, 44b, and 44c (when not distinguishing especially the following, it is called the internal positive electrode layer 44.), as shown in drawing 4 .

[0030] The electrostrictive ceramics layer 40 consists of sheet metal-like sheets of the electrostrictive ceramics which has an electrostrictive effect. It is formed in the top face of the electrostrictive ceramics layers 40a, 40c, and 40e so that the interior negative electrode layer 42 of a wrap and the electrode takeoff connection 43 for connecting this electrode with the exterior electrically may mention the whole later except for the periphery edge of the electrostrictive ceramics layer 40. Similarly in the top face of the electrostrictive ceramics layers 40a, 40c, and 40e Three band-like internal positive electrode layers 44a, 44b, and 44c whose cross direction [ in / it is arranged in parallel and / drawing 1 ] is about 120 micrometers as it corresponds by 1 to 1 to the ink channels 32a-32c shown in drawing 5 , The electrode takeoff connections 45a, 45b, and 45c for connecting this electrode with the exterior electrically, respectively are formed. The internal negative electrode layer 42 and the internal positive electrode layers 44a-44c consist of a metallic material of an Ag-Pd system, and thickness is about 2 micrometers. And two or more sheet laminating of the electrostrictive ceramics layer 40 by which two kinds of these electrode patterns were printed is carried out by turns.

[0031] Therefore, it is inserted into the internal negative electrode layer 42 and the internal positive electrode layers 44a-44c, and each electrostrictive ceramics layer 40 by which the laminating was carried out in this way is located, as shown in drawing 1 . Moreover, since the internal positive electrode layers 44a-44c are formed in band-like, they are set in each electrostrictive ceramics layer 40. As the range is shown in the drawing 1 upper part, it is inserted into the internal negative electrode layer 42 and the internal positive electrode layers 44a-44c, and the piezo-electric activity sections 46a, 46b, and 46c the width of face of whose is about 120 micrometers, and the piezo-electric inert segment 48 which is not inserted into the internal negative electrode layer 42 and the internal positive electrode layers 44a-44c are formed. That is, the part which electric field arise and deforms perpendicularly according to an electrostrictive effect when an electrical potential difference is impressed between a positive electrode and a negative electrode in the electrostrictive ceramics layer 40, and the part which electric field do not produce even if it impresses an electrical potential difference and which is not deformed will be made. And the channel body 34 has fixed the barrier layer 38 so that the piezo-electric activity sections 46a-46c may become a location corresponding to the ink channels 32a, 32b, and 32c of a cavity 30.

[0032] The restricted layer 70 consists of ceramic layers 71a, 71b, and 71c. The ceramic layers 71 are

the same configuration as the electrostrictive ceramics layer 40 of a barrier layer 38, an ingredient, and magnitude. Furthermore, the ceramic layers 71a and 71c of the restricted layer 70 are equipped with the electrode takeoff connections 75a, 75b, and 75c shown in the dummy positive electrodes 73a, 73b, and 73c and drawing 2 of the same configuration as the electrostrictive ceramics layers [ of a barrier layer 38 / 40b 40d, and 40f ] internal positive electrode layers 44a, 44b, and 44c, and the electrode takeoff connections 45a, 45b, and 45c. Moreover, ceramic layer 71b of the restricted layer 70 is equipped with the electrode takeoff connection 74 shown in the dummy negative electrode 72 and drawing 2 of the same configuration as the internal negative electrode layer 42 of the electrostrictive ceramics layers 40a, 40c, and 40e of a barrier layer 38, and the electrode takeoff connection 43. Here, the green sheets 50 and 51 used as the electrostrictive ceramics layer 40 by which the electrode etc. was printed as mentioned above, and the ceramic layer 71 can also be shared as common components. However, since electric wiring which is mentioned later differs from the arranged location and the functions differ after forming an actuator 3, the names differ.

[0033] A barrier layer 38 and the restricted layer 70 are manufactured by the following manufacture approaches. First, the mixed liquor which mixed the ceramic powder of the titanate-acid lead zirconate (PZT (PbTiO<sub>3</sub> and PbZrO<sub>3</sub>)) system which has a ferroelectricity, the binder, and the solvent, and was adjusted to viscosity 10,000 - 30,000CPS is prepared, on plastic film, such as PET (polyethylene terephthalate), it is made to extend and dry and the green sheet of nine sheets is formed. The thickness of this green sheet is about 22.5-28 micrometers. Furthermore, the green sheet 50 of five sheets of these screen-stencils a metallic material into the part used as the internal positive electrode layers 44a, 44b, and 44c on a sheet and the electrode takeoff connections 45a, 45b, and 45c or the dummy positive electrodes 73a, 73b, and 73c, and the electrode takeoff connections 75a, 75b, and 75c. Similarly, a metallic material is printed into the part which serves as the internal negative electrode layer 42 and the electrode takeoff connection 43 or the dummy negative electrode 72, and the electrode takeoff connection 74 on the green sheet 51 of remaining four sheets.

[0034] And the nine-sheet laminating of the green sheet 50 is carried out to the bottom by turns among two kinds of these green sheets 50 and 51. Thus, if the laminating of the green sheets 50 and 51 is carried out, it will be arranged so that a green sheet 50 may become an up-and-down edge. After all, as a barrier layer and a restricted layer, although names differ, they will carry out [ the green sheet 50 of the completely same configuration ] the laminating of four sheets [ a total of nine ] for a green sheet 51 to five sheets by turns. And in this phase, there is still no distinction of a barrier layer 38 and the restricted layer 70.

[0035] Next, hot press of the whole is carried out, in piles, the green sheets 50 and 51 of nine sheets constituted in this way are sintered, after degreasing, and the block of electrostrictive ceramics with which the barrier layer 38 and the restricted layer 70 were united is acquired.

[0036] The case where the block which carried out the laminating of these green sheets 50 and 51 is calcinated is explained. Although an actuator 3 consists of a barrier layer 38 and a restricted layer 70 like previous statement, it is a configuration with an electrode indispensable to a barrier layer 38. On the other hand, it is not necessary to prepare an electrode in the restricted layer 70 functionally. However, when calcinating the block which carried out the laminating of these green sheets 50 and 51, in the metallic material which constitutes electrostrictive ceramics and an electrode, contraction at the time of calcinating differs. If contraction differs even when it is small, after baking, a barrier layer 38 will curve, or it will lenticulate, and the smoothness will be spoiled. If the smoothness of a barrier layer 38 is spoiled, when sticking and pasting a cavity 30, a degree of adhesion falls, exsorption of the ink from the ink channel 32 is produced, a defect product is produced or the problem of reinforcement falling by being filled up with a bulking agent arises [ regrinding of a barrier layer 38 is needed, a man day increases, and / \*\*\*\* / that a production cost goes up ].

[0037] Then, in the actuator 3, as mentioned above, it is constituting the restricted layer 70 from same electrostrictive ceramics ingredient as a barrier layer 38, and contraction at the time of baking of the ceramics of a barrier layer 38 and the restricted layer 70 is made the same. The internal negative electrode layer 42 and the electrode takeoff connection 43 by which the restricted layer 70 was moreover



formed in the electrostrictive ceramics layer 40 of a barrier layer 38, the internal positive electrode layers 44a, 44b, and 44c, Electrode takeoff connections 45a, 45b, and 45c (it abbreviates to an electrode below.) The dummy negative electrode 72 which does not contribute the same thing to drive deformation of the electrostrictive ceramics layer 70, the electrode takeoff connection 74, the dummy positive electrodes 73a, 73b, and 73c, the electrode takeoff connections 75a, 75b, and 75c (it abbreviates to a dummy electrode below.) It is formed. For this reason, since a barrier layer 38 and the restricted layer 70 are the completely same configurations, contraction at the time of baking can be made into the same thing. Furthermore, in the whole which doubled the barrier layer 38 and the restricted layer 70, the whole contraction is made into the symmetry with constituting the array of an electrode and a dummy electrode in the symmetry in the thickness direction (the direction of a laminating), and it constitutes so that the curvature at the time of baking may not be produced.

[0038] Here, drawing 2 is the mimetic diagram showing electric connection of an actuator 3. Electric connection of an actuator 3 is explained below. As shown in drawing 2, to an actuator 3 The electrode takeoff connection 43 of the electrostrictive ceramics layers 40a, 40c, and 40e, While external negative electrode 52a which consists of a conductive metallic material for connecting electrically the electrode takeoff connection 74 of ceramic layer 71b is arranged External negative electrode 52b which consists of a conductive metal plate for connecting electrically each of the electrode takeoff connections 75a, 75b, and 75c of the ceramic layers 71a and 71c is arranged, and external negative electrode 52a and external negative electrode 52b are connected further electrically. Therefore, each electrode or dummy electrode of the ceramic layers 71a, 71b, 71c, 40a, 40c, and 40e becomes the same potential.

[0039] External positive electrode 54a which consists of a conductive metallic material for connecting electrically each electrostrictive ceramics layers [ 40b, 40d, and 40f ] electrode takeoff connection 45a and 45a and 45a on the other hand is arranged. External positive electrode 54b which similarly consists of a conductive metallic material for connecting electrically each electrostrictive ceramics layers [ 40b, 40d, and 40f ] electrode takeoff connection 45b and 45b and 45b is arranged, and external positive electrode 54c which consists of a conductive metallic material for connecting electrically each electrode takeoff connection 45c and 45c and 45c which are the electrostrictive ceramics layers 40b, 40d, and 40f is arranged. In addition, various configurations -- although it direct-prints, or it is applied and a metallic material is formed in the side face of a barrier layer 38 and the restricted layer 70, form an electrode, it is made to contact with a metal plate separately, and may make it connect, and solder a wire and these external electrodes connect -- are possible.

[0040] Here, since it does not contribute to drive deformation of the ceramic layer 71 of the restricted layer 70 about a dummy electrode, it is not necessary to impress driver voltage. However, even if it changes the dummy electrode into the insulating condition which does not have a polarity electrically, the potential difference may arise between the internal negative electrode layers 42 of the maximum upper layer of a barrier layer 38, and electrostatic capacity may be generated. Since this current is small, it does not contribute to drive deformation of the ceramic layer 71, but since power loss is brought about, when a cell is used especially for a power source, there is disadvantageous profit that a time becomes short. Then, in the restricted layer 70, the dummy electrode has connected with the internal negative electrode layer 42 formed in the barrier layer 38 electrically. Then, the potential difference does not arise between the dummy electrode of the restricted layer 70, and the internal negative electrode layer 42 of the maximum upper layer of a barrier layer 38, but generating of unnecessary electrostatic capacity can be prevented.

[0041] The block of the actuator constituted as mentioned above is dipped into the oil bath with which insulating oil, such as an about 130-degree C silicone oil, was filled and which is not illustrated, 2.5 kv (s)/mm [ about ] electric field are impressed among the external negative electrode 52 and external positive electrodes 54a-54c, and polarization processing is performed to each electrostrictive ceramics layer 40 of a barrier layer 38.

[0042] Moreover, as shown in <A HREF="/Tokujitu/tjitemdrw.ipdl?N0000=239&N0500=1E\_N/;<br><9=869///&N0001=405&N0552=9&N0553=000004" TARGET="tjitemdrw">> drawing 2, external negative electrode 52a is grounded in code which is not illustrated, and let it be ground potential.

Moreover, external positive electrode 54a is connected in code which is not illustrated to the positive electrode of a drive power source through open/close switch 62a. Similarly, external positive electrode 54b is connected in code which is not illustrated to the positive electrode of the drive power source 60 through open/close switch 62b. And external positive electrode 54c is connected in code which is not illustrated to the positive electrode of the drive power source 60 through open/close switch 62c. In addition, the negative electrode of the drive power source 60 is grounded. By being closed by the controller which each of these switches 62a-62c do not illustrate, it is constituted so that driver voltage may be impressed between the internal negative electrode layer 42 located in the piezo-electric predetermined activity sections 46a-46c from the drive power source 60, and the internal positive electrode layer 44.

[0043] Thus, a head 15 is constituted the obtained barrier layer 38, the block with which the restricted layer 70 was united, and by attaching a cavity 30, as shown in drawing 5.

[0044] Here, the modification of an actuator 3 is explained. Drawing 7 is drawing showing the actuator 203 which is the modification of an actuator 3. In addition, the sign same about the member of the same configuration as an actuator 3 is attached, and the explanation is omitted. The same is said of the following modifications. An actuator 203 is formed from a barrier layer 238 and the restricted layer 270 like an actuator 3. This barrier layer 238 consists of four-layer electrostrictive ceramics layers 40. Moreover, the five-layer laminating only of the ceramic layer 71 which has the dummy negative electrode 72 is carried out, the restricted layer 270 is constituted, and, as for each dummy negative electrode 72, each is grounded to the ground electrode. As the barrier layer 38 of an actuator 3 shows drawing 1, the barrier layers 238 of an actuator 203 differ with consisting of four-layer electrostrictive ceramics layers 40 to consisting of six-layer electrostrictive ceramics layers 40. Moreover, as the restricted layer 70 which constitutes an actuator 3 shows drawing 4, in the restricted layer 270 of an actuator 203, it differs to carrying out the three-layer laminating of a green sheet 50 and the green sheet 51 by turns, and being calcinated by the ceramic layer 71 which the five-layer laminating only of the green sheet 51 is carried out, and it is calcinated, and is shown in drawing 7, and the dummy electrode 72 being formed. As shown in an actuator 203, the number of the electrostrictive ceramics layer 40 by which a laminating is carried out as a barrier layer 238 or a restricted layer 270, and the ceramic layers 71 can be changed according to various kinds of conditions. Moreover, if there is contraction at the time of baking of the electrode arranged as a dummy electrode within fixed limits which prevent curvature, it is also possible to constitute the restricted layer 70 only from a green sheet 51.

[0045] Next, another modification of an actuator 3 is explained. Drawing 8 is drawing showing the actuator 303 which is another modification of an actuator 3. As for an actuator 303, a barrier layer 338 consists of four-layer electrostrictive ceramics layers 40 like an actuator 203. Moreover, the five-layer laminating only of the green sheet 50 equipped with the dummy positive electrodes 73a, 73b, and 73c is carried out, and the restricted layer 370 is calcinated, and is constituted, and each is grounded to the ground electrode. If there is contraction at the time of baking of a dummy positive electrode within fixed limits which prevent curvature like the above-mentioned actuator 203, it is also possible to constitute the restricted layer 370 only using a green sheet 50.

[0046] Still more nearly another modification of an actuator 3 is explained. Drawing 9 is drawing showing the actuator 403 which is still more nearly another modification of an actuator 3. Like an actuator 3, although an actuator 403 is equipped with a barrier layer 438 and the restricted layer 470, it differs from an actuator 3 that a barrier layer 438 consists of four-layer electrostrictive ceramics layers 40 like an actuator 203,303. Moreover, as the restricted layer 70 which constitutes an actuator 3 shows drawing 4, to carrying out the three-layer laminating of a green sheet 50 and the green sheet 51 by turns, and calcinating them, the restricted layer 470 of an actuator 403 carries out the four-layer laminating of the green sheets 50 and 51, and differ by having carried out the laminating of the green sheet (the electrostrictive ceramics layer 471 being constituted) which does not equip the lower part with the electrode, and having calcinated it. That is, if the vertical direction which is the direction of a laminating in the barrier layer 438 and restricted layer 470 whole is the configuration of the symmetry, even if the electrostrictive ceramics 471 which is not equipped with a dummy electrode constitutes the restricted

layer 470, curvature will not be produced from the difference of contraction at the time of baking.

[0047] Furthermore, as shown in drawing 9, even if the thickness of the electrostrictive ceramics layer 471 differs from other electrostrictive ceramics layers 40 and the ceramic layer 71, if the vertical direction which is the direction of a laminating in the barrier layer 438 and restricted layer 470 whole is the configuration of the symmetry, curvature will not be produced from the difference of contraction at the time of baking.

[0048] Actuation of the actuator 3 of the piezo-electric type ink jet printer head 15 constituted as mentioned above is explained with reference to drawing 1 and drawing 2.

[0049] If a controller closes the switch of arbitration, for example, open/close switch 62a, according to predetermined printing data, an electrical potential difference will be impressed between the internal negative-electrode layers 42 and internal positive electrode layer 44a in the range of piezo-electric activity section 46a, electric field will arise in the electrostrictive ceramics layer 40 located in those range, and the force which the perimeter of internal positive electrode layer 44a which is in piezo-electric activity section 46a according to an electrostrictive effect tends to elongate in the vertical direction of drawing 1 will arise. Since electric field do not arise in the ceramic layers 71a, 71b, and 71c of the restricted layer 70 at this time, it does not expand and contract. Therefore, the force which it is going to elongate in the vertical direction in a barrier layer 38 mainly goes caudad, and is made to transform a barrier layer 38. And as shown in the arrow head of drawing 2, a barrier layer 38 decreases the volume of ink channel 32a. And the ink in ink channel 32a serves as a drop 39 from orifice 37a, and is injected. That is, the actuator 3 of the gestalt of this operation functions as an electrostrictive actuator of the piezo-electric type ink jet printer head 15 of an ink jet printer 1. In addition, if open/close switch 62a opens, impression of an electrical potential difference is intercepted and piezo-electric activity section 46a is returned to the original location, ink will be filled up from the ink feeder 16 shown in drawing 6 through the valve which is not then illustrated with the increment in the volume of ink channel 32a.

[0050] Supposing there is no deformation [ / near the internal positive electrode layer 44a of this barrier layer 38 ] of 70 restricted layer, it is made to transform equally the upper and lower sides of a barrier layer 38. Since electric field do not arise even when the restricted layer 70 which had this high rigidity on the other hand when the restricted layer 70 was formed like the actuator 3 of the gestalt of this operation is calcinated by a barrier layer 38 and one and open/close switch 62a is closed and it does not deform, the deformation produced in the barrier layer 38 is made to transform the lower part, i.e., ink channel 32a, side of the barrier layer 38 which is mainly the opposite side of the restricted layer 70. Therefore, if the deformation produced [ near the internal positive electrode layer 44a ] is the same, as compared with the structure where it does not have the restricted layer 70, the direction of the actuator 3 equipped with the restricted layer 70 can enlarge deformation by the side of ink channel 32a. Therefore, the capacity of ink channel 32a can be decreased more, and the injection quantity of ink can be made [ many ]. That is, even if it impresses the same electrical potential difference, the injection quantity of ink can be made [ many ] by having had the restricted layer 70. In other words, since the electrical potential difference to impress can be made small, small electrification can be attained to inject the ink of the specified quantity.

[0051] Here, drawing 3 is drawing showing the cross-section change in the drive channel (it is written as Drive Ch in a graph.) which is the ink channel 32 which should drive when changing the configuration number of sheets of the restricted layer 70 of an actuator 3, and each ink channel of the adjacent channel (it is written as Contiguity Ch in a graph.) which is the ink channel 32 which adjoins this drive channel. A barrier layer 38 projects cross-sectional-area change to the ink channel 32, and it shows the amount which the cross-sectional area of the ink channel 32 decreases or increases here. The driver voltage at this time is 26V. First, when the result was shown, when 0 [70], i.e., a restricted layer, had no restricted number of layers, Drive Ch was 3.910 ( $\times 10^{-6} \text{mm}^2$ ), and the adjacent channel was 0.900 ( $\times 10^{-6} \text{mm}^2$ ). When the unit was omitted and the cross-section change by the restricted number of layers was said in the order of a drive channel / adjacent channel like the following, in the case of one sheet, in the case of 3.588 / 0.512 or 2 sheets, it was [ in the case of 3.603 / 0.391 or 3 sheets / in the case of 3.693 / 0.394 or

4 sheets / in the case of 3.784 / 0.441 or 5 sheets ] 3.916/0.544 in the case of 3.859 / 0.496 or 6 sheets. [0052] If it sees in the graph which shows this result to drawing 3 , when there is no restricted layer 70, it can say that reduction of the cross-sectional area of 3.910 ( $\times 10^{-6}\text{mm}^2$ ) and a drive channel is large, but since cross-sectional-area change of an adjacent channel is as large as 0.900 ( $\times 10^{-6}\text{mm}^2$ ), there is a possibility that the so-called cross talk may occur, a S/N ratio may get worse, and a quality of printed character may deteriorate, and it is not desirable. Since this has the low rigidity of barrier layer 38 the very thing, reduction of the cross-sectional area of a drive channel is also large, but since barrier layer 38 the very thing of a drive channel deforms also into a longitudinal direction, when the smoothness of barrier layer 38 the very thing is also spoiled, and the barrier layer 38 by the side of an adjacent channel deforms up and the wall surface between adjacent channels deforms into a drive channel side, it is for the cross-sectional area of an adjacent channel to increase.

[0053] When a restricted number of layers is one sheet, deformation of the barrier layer 38 of a drive channel is restrained, cross-sectional-area change of a drive channel once decreases with 3.588 ( $\times 10^{-6}\text{mm}^2$ ), and cross-sectional-area change of an adjacent channel also decreases with 0.512 ( $\times 10^{-6}\text{mm}^2$ ) to this. However, since the rigidity as an actuator 3 is low, deformation of an adjacent channel is still large and a S/N ratio is still comparatively large. And while the deformation by the side of the restricted layer 70 becomes small, the rigidity as an actuator 3 will increase and deformation of an adjacent channel will become 0.391 ( $\times 10^{-6}\text{mm}^2$ ) and min since the rigidity of the restricted layer 70 also increases if a restricted number of layers is set to 2, deformation of a barrier layer 38 is efficient and cross-section change of a propagation drive channel goes up with 3.603 ( $\times 10^{-6}\text{mm}^2$ ). Here, since cross-sectional-area change of an adjacent channel being sufficiently small and cross-sectional-area change of a drive channel are large, a S/N ratio improves and the quality of printed character is improving.

[0054] Since cross-section change of an adjacent channel will not become large, either, while about 44 internal positive electrode layer deformation gets across to the ink channel 32 side efficiently further if a restricted number of layers becomes three or more sheets, a suitable S/N ratio is maintained.

[0055] In the actuator 3 of the gestalt of this operation, it became the conclusion that 3 was the most suitable from this result as a restricted number of layers to which a suitable S/N ratio is obtained and structure becomes easy. Of course, although the conditions of the optimal restricted layer 70 also differ of course if conditions, such as capacity of the number of sheets of a barrier layer 38, thickness, an ingredient, driver voltage, and the ink channel 32 and injection quantity of ink, differ When irregular deformation arises as conditions for the optimal restricted layer 70 It is in giving the rigidity of extent which does not make an adjacent channel produce unnecessary deformation to an actuator 3, and having the rigidity for telling about 44 internal positive electrode layer [ of a barrier layer 38 ] deformation efficiently to the ink channel 32 side.

[0056] Since the actuator 3 of the gestalt of this operation is equipped with the restricted layer 70 which is formed in the ink channel 32 and the opposite side in drive deformation of a barrier layer 38 at one, and regulates a barrier layer 38, it is effective in the ability to use deformation of a barrier layer 38 for volume change of the ink channel 32 efficiently. Therefore, while being able to make power consumption small, making the injection engine performance of ink good, volume change of the ink channel 32 which prevents deformation of a direction parallel to a laminating side, and adjoins is suppressed, and the effectiveness that a cross talk can be prevented is done so. Furthermore, they are effective in the ability to raise the reinforcement while a man day becomes fewer compared with the case where a deformation restricted member is separately stuck with adhesives etc., a production process is simplified and they can reduce a manufacturing cost, since a barrier layer 38 and the restricted layer 70 are calcinated and formed in one.

[0057] Moreover, since the restricted layer 70 consists of same electrostrictive ceramics ingredients as a barrier layer 38, an actuator 3 can divert the green sheets 50 and 51 which constitute a barrier layer 38 to the restricted layer 70 as they are, simplifies manufacture and is effective in the ability to reduce a manufacturing cost. Furthermore, if it is the same ingredient, the familiarity at the time of calcinating to one is good, and it is hard to produce distortion etc., and effective in a high precision being realizable.

[0058] It is effective in the ability for the difference of contraction in the thickness direction which

carried out the laminating of a barrier layer 38 and the restricted layer 70 to be equalized by the restricted layer 70, able to prevent in it, the curvature and the wave produced from the difference of contraction of a barrier layer 38 and the restricted layer 70, and able to maintain high smoothness in it with an actuator 3 furthermore, when calcinating a barrier layer 38 and the restricted layer 70 to one, since the dummy electrode which is not contributed to drive deformation is formed. Therefore, it sticks also to a cavity 30, and it can paste up and the effectiveness that a high precision can be attained is done so.

[0059] Since the electrode and the dummy electrode are constituted from an actuator 3 by the abbreviation symmetry especially in the barrier layer 38 and the restricted layer 70 in the thickness direction by which a laminating is carried out, When calcinating a barrier layer 38 and the restricted layer 70 to one, the difference of contraction in the thickness direction which carried out the laminating of a barrier layer 38 and the restricted layer 70 becomes abbreviation identitas. It is effective in the ability to prevent the curvature and wave which are produced from the difference of contraction of a barrier layer 38 and the restricted layer 70, and maintain still higher smoothness.

[0060] And since the dummy electrode formed in the restricted layer 70 is electrically connected to the electrode of a barrier layer 38, an actuator 3 can cancel the potential difference between the electrodes of a barrier layer 38 between the dummy electrodes of the restricted layer 70 prepared so that the electrode prepared in the barrier layer 38 through the ceramics which is a dielectric might be met, and is effective in not producing electrostatic capacity. Therefore, the effectiveness of not consuming useless power is done so.

[0061] In addition, since the restricted layer 70 which regulates a barrier layer 38 is formed in the ink channel 32 and the opposite side by baking according to the manufacture approach of the actuator 3 shown in the gestalt of this operation While being able to make power consumption small, being able to use deformation of a barrier layer 38 for volume change of the ink channel 32 efficiently, and making the injection engine performance of ink good Volume change of the ink channel 32 which prevents deformation of a direction parallel to a laminating side, and adjoins is suppressed, and it is effective in the ability to prevent a cross talk. Since a barrier layer 38 and the restricted layer 70 are especially calcinated and formed in one, and a man day becomes fewer compared with the case where a deformation restricted member is separately stuck with adhesives etc., while being able to simplify a production process and being able to reduce a manufacturing cost, it is effective in the ability to raise the reinforcement.

[0062] Next, the modification of an actuator 3 is explained with reference to drawing 10 . Drawing 10 is drawing showing the actuator 503 which is the modification of an actuator 3. In addition, the sign same about the member of the same configuration as an actuator 3 is attached, and the explanation is omitted. The same is said of the following modifications. An actuator 503 is formed from a barrier layer 438, the restricted layer 570, and a cavity 30 like an actuator 3. This barrier layer 438 consists of six-layer electrostrictive ceramics layers 40. Moreover, the two-layer laminating of the ceramic layer 71 by which the dummy negative electrode 72 was formed in the top face is carried out, the two-layer laminating of the ceramic layer 71 by which the dummy negative electrode 72 is not formed on it is carried out, and the restricted layer 570 is formed. Since this actuator 503 constitutes the top two-layer of the restricted layer 570 by the ceramic layer 71 in which the dummy negative electrode 72 is not formed, it can prevent the curvature of the electrostrictive actuator by having formed the dummy negative electrode 72. Moreover, the internal negative electrode layer 42 is adjoined, and since the ceramic layer 71 by which the dummy negative electrode 72 was formed in the top face is used for the bottom two-layer of the restricted layer 570 although the internal negative electrode layer 42 will be spread at the time of baking if a ceramic layer without an electrode layer exists by the big volume, it can prevent that the internal negative electrode layer 42 is spread at the time of baking.

[0063] As mentioned above, although this invention was explained based on the gestalt of operation of one, it can be guessed easily that it is possible for it not to be limited to the gestalt of operation mentioned above at all, and to change by this invention carrying out amelioration various in the range which does not deviate from the meaning of this invention.

[0064]

[Effect of the Invention] In order to have the restricted layer which is formed in the opposite side with the ink room of a barrier layer in drive deformation of a barrier layer at one, and regulates a barrier layer according to the electrostrictive actuator of the piezo-electric formula ink jet printer head of invention concerning claim 1 so that more clearly than the above-mentioned explanation, it is effective in the ability to use deformation of a barrier layer for volume change of an ink room efficiently. Therefore, while being able to make power consumption small, making the injection engine performance of ink good, volume change of the ink room which prevents deformation of a direction parallel to a laminating side, and adjoins is suppressed, and the effectiveness that a cross talk can be prevented is done so. Furthermore, they are effective in the ability to raise the reinforcement while a man day becomes fewer compared with the case where a deformation restricted member is separately stuck with adhesives etc., a production process is simplified and they can reduce a manufacturing cost, since a barrier layer and a restricted layer are calcinated and formed in one.

[0065] Moreover, according to the electrostrictive actuator of the piezo-electric formula ink jet printer head of invention concerning claim 2, since the restricted layer consists of same ingredients as a barrier layer in addition to the effectiveness of the electrostrictive actuator of a piezo-electric type ink jet printer head according to claim 1, the member which constitutes a barrier layer can be diverted to the member which constitutes a restricted layer as it is, and manufacture is simplified and it is effective in the ability to reduce a manufacturing cost. Furthermore, if it is the same ingredient, the familiarity at the time of calcinating to one is good, and it is hard to produce distortion etc., and effective in a high precision being realizable.

[0066] According to the electrostrictive actuator of the piezo-electric formula ink jet printer head of invention concerning claim 3 Since the dummy electrode which is not contributed to a restricted layer at drive deformation is formed in addition to the effectiveness of the electrostrictive actuator of a piezo-electric type ink jet printer head according to claim 1 or 2, When calcinating a barrier layer and a restricted layer to one, the difference of contraction in the thickness direction which carried out the laminating of a barrier layer and the restricted layer is equalized, and it is effective in the ability to prevent the curvature and wave which are produced from the difference of contraction of a barrier layer and a restricted layer, and maintain high smoothness. Therefore, it sticks also to a cavity, and it can paste up and the effectiveness that a high precision can be attained is done so.

[0067] Moreover, according to the electrostrictive actuator of the piezo-electric formula ink jet printer head of invention concerning claim 4 Since the dummy electrode formed in the restricted layer is electrically connected to the electrode of a barrier layer in addition to the effectiveness of the electrostrictive actuator of a piezo-electric type ink jet printer head according to claim 3, The potential difference can be canceled between the electrodes of a barrier layer between the dummy electrodes of the restricted layer prepared so that the electrode prepared in the barrier layer through the ceramics which is a dielectric might be met, and it is effective in not producing electrostatic capacity. Therefore, the effectiveness of not consuming useless power is done so.

[0068] According to the electrostrictive actuator of the piezo-electric formula ink jet printer head of invention concerning claim 5 Since the electrode and the dummy electrode are constituted by the abbreviation symmetry in the barrier layer and the restricted layer in the thickness direction by which a laminating is carried out in addition to the effectiveness of the electrostrictive actuator of a piezo-electric type ink jet printer head according to claim 3 or 4, When calcinating a barrier layer and the whole restricted layer to one, the difference of contraction in the thickness direction which carried out the laminating of a barrier layer and the restricted layer becomes abbreviation identitas, and it is effective in the ability to prevent the curvature and wave which are produced from the difference of contraction of a barrier layer and a restricted layer, and maintain still higher smoothness. Therefore, it sticks also to a cavity, and it can paste up and the effectiveness that a high precision can be attained is done so.

[0069] Since the restricted layer which regulates a barrier layer is formed in the opposite side by baking with an ink room according to the manufacture approach of the electrostrictive actuator of the piezo-electric formula ink jet printer head invention concerning claim 6 While being able to make power

consumption small, being able to use deformation of a barrier layer for volume change of an ink room efficiently, and making the injection engine performance of ink good Volume change of the ink room which prevents deformation of a direction parallel to a laminating side, and adjoins is suppressed, and it is effective in the ability to prevent a cross talk. Since a barrier layer and a restricted layer are especially calcinated and formed in one, and a man day becomes fewer compared with the case where a deformation restricted member is separately stuck with adhesives etc., while being able to simplify a production process and being able to reduce a manufacturing cost, it is effective in the ability to raise the reinforcement.

[0070] In the electrostrictive actuator of the piezo-electric formula ink jet printer head of invention concerning claim 7 It adds to the effectiveness of the electrostrictive actuator of a piezo-electric type ink jet printer head according to claim 1 or 2. Since the layer by which the dummy electrode which is not contributed to drive deformation was formed in the restricted layer, and the layer in which the dummy electrode concerned is not formed are formed, When calcinating a barrier layer and a restricted layer to one, the difference of contraction in the thickness direction which carried out the laminating of a barrier layer and the restricted layer is equalized with sufficient balance, the curvature and wave which are produced from the difference of contraction of a barrier layer and a restricted layer can be prevented, and high smoothness can be maintained.

[0071] In the electrostrictive actuator of the piezo-electric formula ink jet printer head of invention concerning claim 8 It adds to the effectiveness of the electrostrictive actuator of a piezo-electric type ink jet printer head according to claim 7. Since the laminating of the layer by which the dummy electrode concerned is not formed on the layer in which the dummy electrode which is not contributed to drive deformation was formed is carried out and it is constituted by the restricted layer, In case a barrier layer and a restricted layer are calcinated to one, while being able to suppress with a dummy electrode that the electrode pattern on a barrier layer is spread, the difference of contraction can be equalized with sufficient balance, curvature can be prevented, and high smoothness can be maintained.

---

[Translation done.]

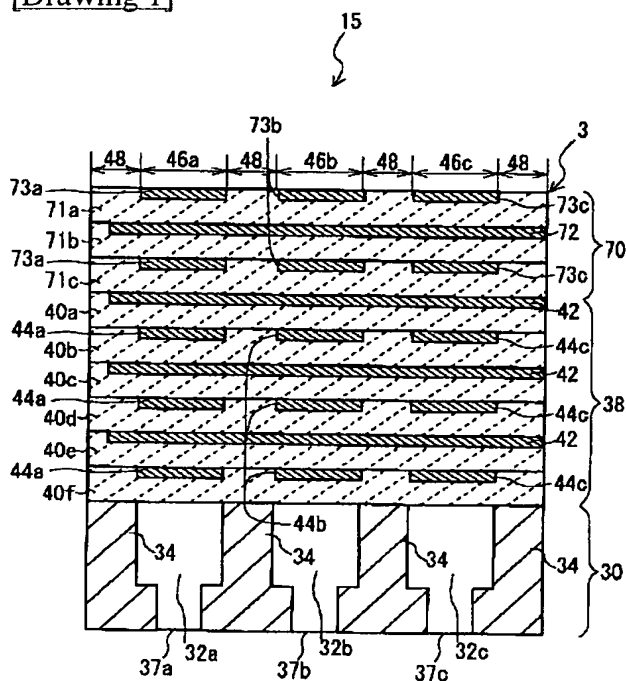
\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

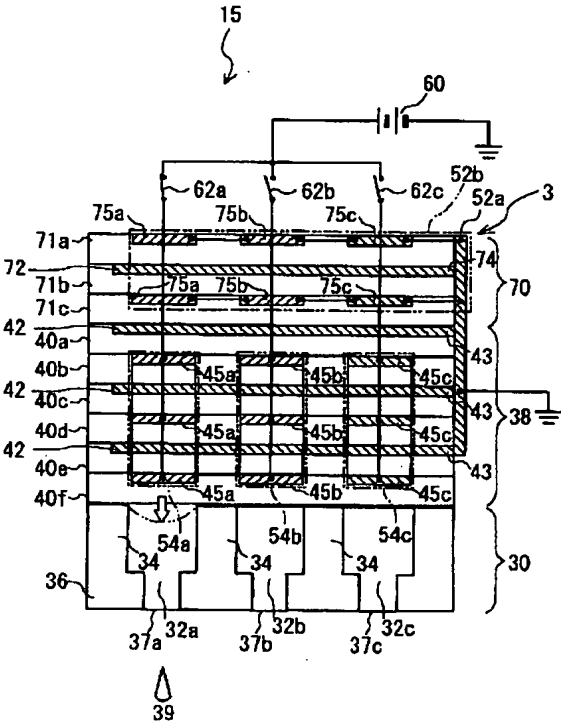
## DRAWINGS

[Drawing 1]

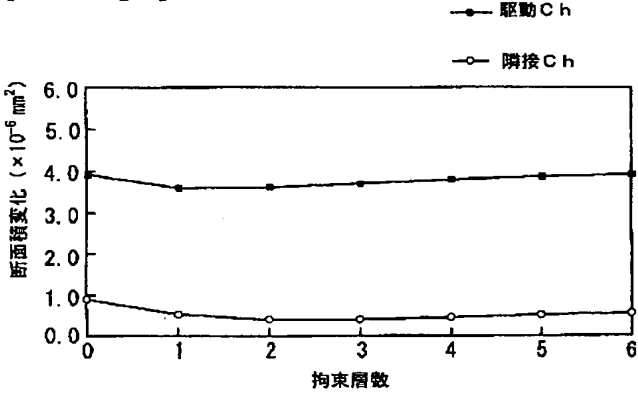


[Drawing 2]

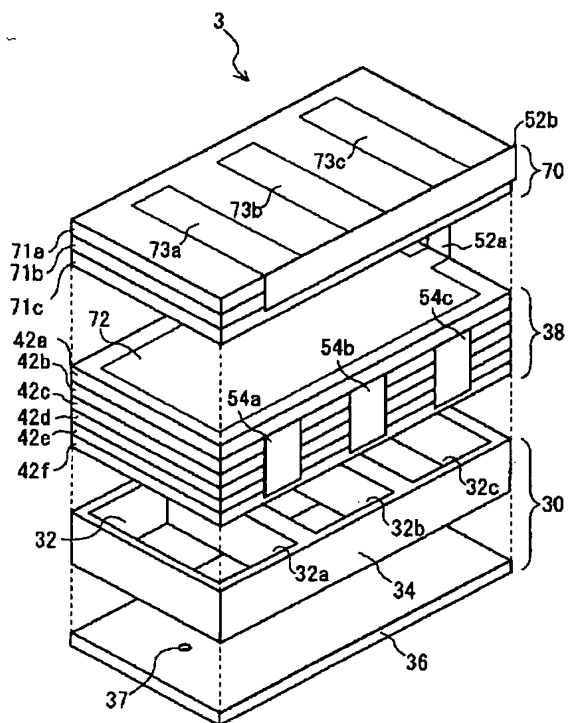




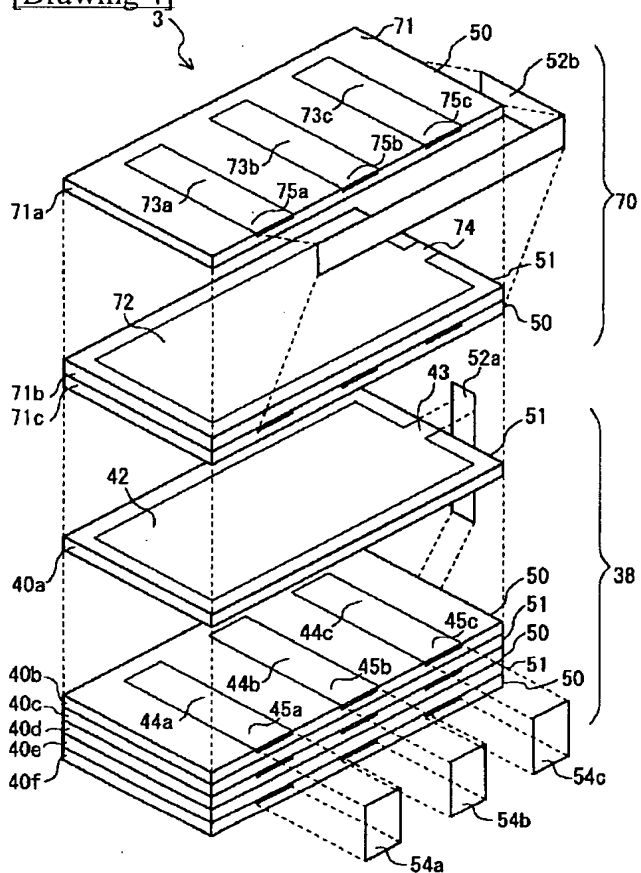
[Drawing 3]



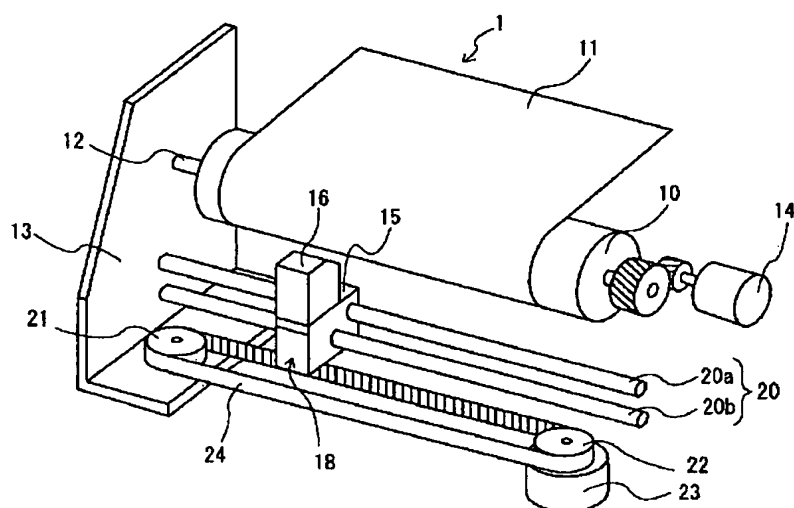
[Drawing 5]



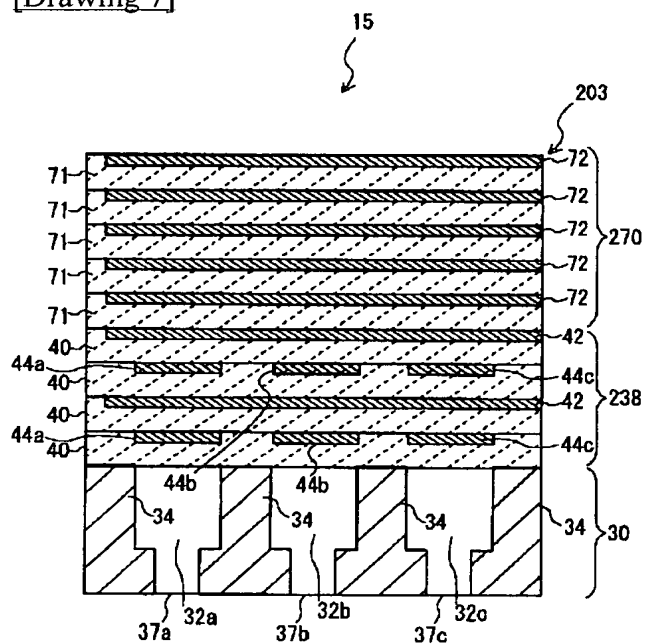
[Drawing 4]



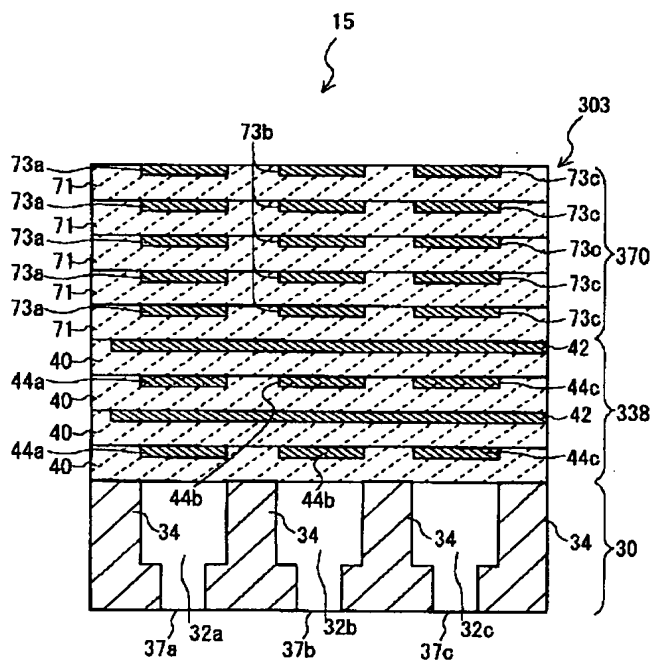
[Drawing 6]



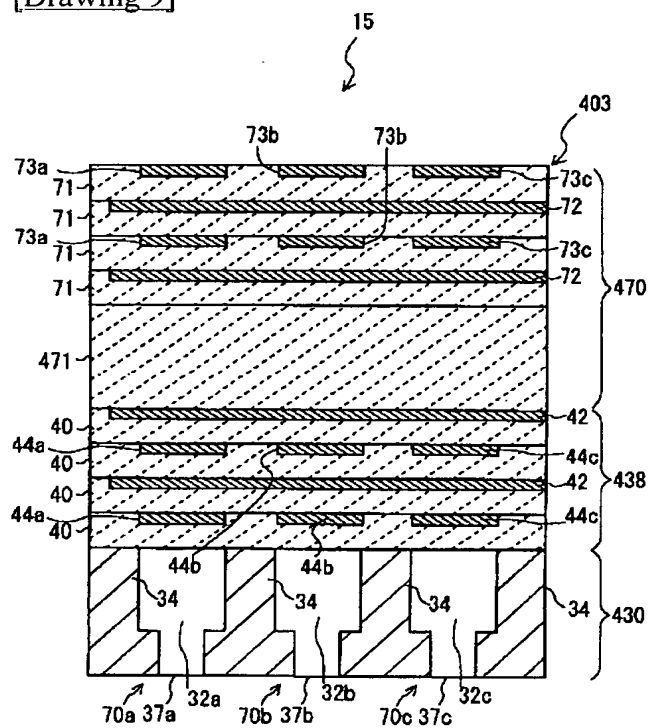
[Drawing 7]



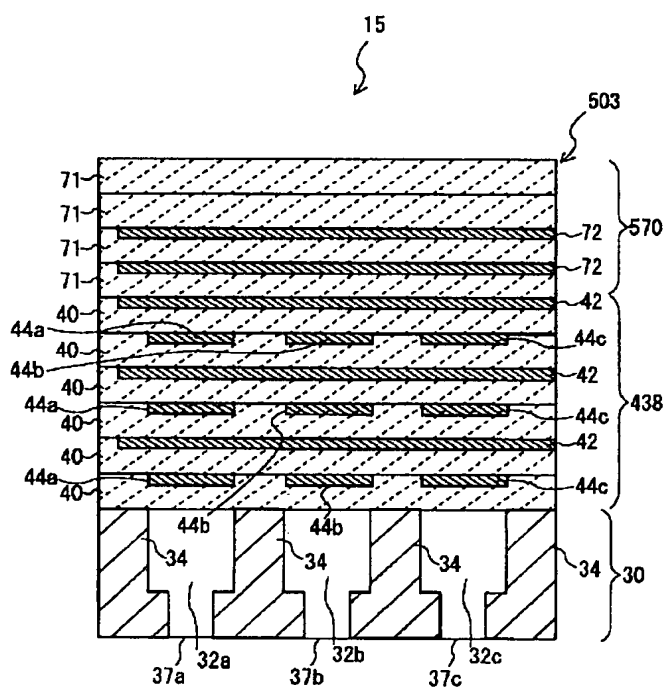
[Drawing 8]



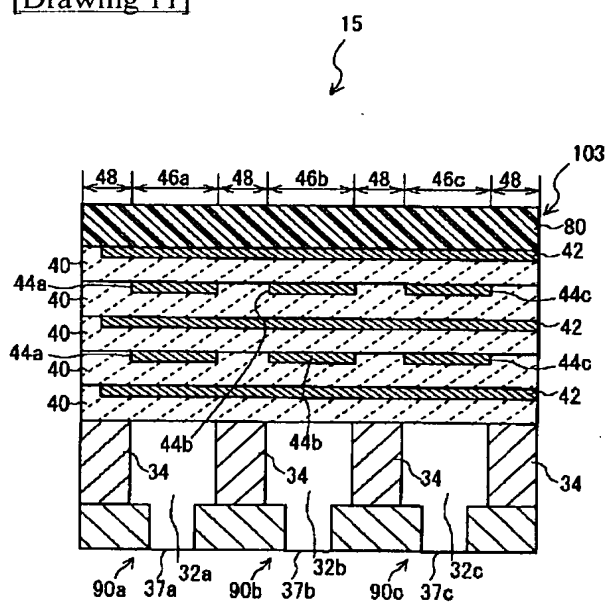
[Drawing 9]



[Drawing 10]



[Drawing 11]



[Translation done.]